LA SCIENCE ET LA FOI

SUR

L'ŒUVRE DE LA CRÉATION,

OU

THÉORIES GÉOLOGIQUES ET COSMOGONIQUES

Comparées avec la Doctrine

DES SS. PÈRES DE L'ÉGLISE

SUR L'ŒUVRE DES SIX JOURS,

Par G.-A. Waterkeyn,

[illegible]

[illegible] catholique de [illegible]

LIÈGE,

IMPRIMERIE DE [illegible]

[illegible]

[illegible]


BIBLIOTECA NAZIONALE
VITTORIO EMANUELE
6
29 K
38





LA SCIENCE ET LA FOI

SUR

L'OEUVRE DE LA CRÉATION.

LA SCIENCE ET LA FOI

SUR

L'OEUVRE DE LA CRÉATION,

OU

THÉORIES GÉOLOGIQUES ET COSMOGONIQUES

Comparées avec la Doctrine

DES PÈRES DE L'ÉGLISE

SUR L'OEUVRE DES SIX JOURS;

Par H.-G. Waterkeyn,

PROFESSEUR DE MINÉRALOGIE ET DE GÉOLOGIE

à l'Université catholique de Louvain.





LIÉGE,

IMPRIMERIE DE J.-G. LARDINOIS, ÉDITEUR,

Rue Vinave-d'Ile, N° 25-52.

1845

Opus quod inscribitur : *La science et la foi sur l'œuvre de la création, ou Théories géologiques et cosmogoniques comparées avec la doctrine des Pères de l'Eglise sur l'œuvre des six jours*, par H.-B. WATERKEYN, *Prof. de Minéralogie et de Géologie à l'Université catholique de Louvain*, ex auctoritate Eminentissimi ac Reverendissimi Cardinalis Archiepiscopi Mechliniensis et legum academicarum præscripto recognitum, quum fidei aut bonis moribus contrarium nihil continere visum fuerit, imprimi potest.

Datum Lovanii die 21 mensis Junii 1845.

P.-F.-X. DE RAM, *Rect. Univ.*

LA SCIENCE ET LA FOI

SUR

L'OEUVRE DE LA CRÉATION.

I.

Introduction.

Quoique toutes les sciences naturelles aient pris dans les derniers temps des développements si remarquables, il n'en est aucune dont les progrès aient été plus sensibles et plus rapides que la géologie et la cosmogonie. Bien différents des philosophes de l'antiquité, dont les systèmes cosmogoniques n'étaient fondés que sur de simples conceptions de l'esprit, les savants modernes se sont surtout attachés à étudier la marche de la nature, en prenant pour guide la nature elle-même dans les opérations qu'elle manifeste. Observant avec soin, sur les divers points du globe, les traces des changements que la terre a dû éprouver avant d'arriver à son état actuel, et profitant des découvertes modernes des autres sciences naturelles, les géologues ont cherché à déterminer les causes qui ont successivement modifié la surface de notre globe et à remonter jusqu'à l'origine de ces changements. D'un autre côté, l'observation des phénomènes du ciel et les lois de l'analogie ont porté les astronomes à supposer que la formation des corps célestes a été elle-même déterminée par les lois de la nature que nous pouvons assigner.

Cependant la grande question de l'origine de toutes choses se rattache à des vérités d'un ordre plus élevé que celles qui font l'objet des controverses purement scientifiques; elle appartient à ces vérités que la Religion nous propose comme appuyées sur le fondement de la parole divine, et qui expriment les rapports de l'homme avec son Créateur. Aussi la Religion a-t-elle constamment enseigné la même doctrine sur l'origine de toutes choses, et depuis plus de 3000 ans l'auteur inspiré a-t-il consigné, dans la Genèse, l'histoire de la Création, celle du commencement et de la formation du ciel et de la terre et de tous les êtres qu'ils renferment.

Mais, ces enseignements de la révélation ne sont-ils pas en opposition avec les conclusions de la science? Tant que la géologie, encore au berceau, ne s'appuyait que sur un petit nombre d'observations imparfaites, on a souvent opposé au récit de la Genèse les systèmes les plus gratuits et les plus disparates. Mais, dès que les faits devenus plus nombreux ont été en

même temps mieux connus et mieux étudiés, des savants non prévenus ont fait justice de ces attaques d'un faux savoir; ils ont montré que les progrès de la science, loin d'infirmer, comme on l'avait prétendu, le récit de Moïse, le confirmait au contraire de la manière la plus éclatante. Et, s'il y a eu certains points qui semblaient, au premier abord, s'écarter des résultats obtenus par la science, il a été facile de montrer que les difficultés qu'on rencontrait à cet égard ne concernaient pas le récit de Moïse en lui-même, mais seulement certaines interprétations particulières de ce récit qui ne sauraient pas, comme la parole divine, constituer une règle de foi pour le chrétien.

Pour déterminer les rapports qui existent entre les vérités que la Religion nous enseigne et les conclusions scientifiques, il s'agira donc de bien préciser quelles sont les vérités certaines, celles que la Religion nous propose comme des points de foi rigoureux et nécessaires. Quant aux autres points qui ne sont pas définis par la parole révélée d'une manière complète, mais qui ont été interprétés de diverses manières par les Saints Pères et les docteurs de l'Eglise, il faudra comparer ces interprétations avec les explications scientifiques. Or cet examen nous a montré que les théories géologiques et cosmogoniques modernes s'accordent avec les principes posés par les interprètes de la parole sacrée il y a plus de quatorze siècles et que tout ce qui a été réclamé ou exposé par la science moderne a été autrefois entrevu et accordé par les plus grands génies du christianisme et les défenseurs les plus illustres de la vérité de l'Ecriture.

C'est ce résultat important que nous allons exposer dans ce travail. Nous aurions pu nous borner à comparer uniquement la doctrine des Saints Pères avec celle de la science relativement à la succession et au mode de formation des divers êtres, sans parler de ce qui concerne l'origine même ou le commencement de tout ce qui existe; car les savants eux-mêmes, si haut qu'ils remontent dans l'histoire primitive de la terre et même de l'univers, sont obligés de *supposer* qu'antérieurement aux divers changements qui ont préparé et amené l'état actuel de la nature, la matière des êtres existait déjà à un état particulier et déterminé. Mais l'origine de la matière elle-même est et sera toujours un mystère inaccessible à l'observation et dès lors inexplicable par les données de la science.

Il est vrai que, depuis quelque temps, une philosophie qui s'est arrogé à tort le nom de *philosophie de la nature*, a prétendu nous apporter enfin la solution complète et définitive de cette grande question. Disposant à son gré de tout ce qui existe pour former et transformer le monde, elle est venue révéler à l'esprit de l'homme: que tous les êtres qu'il avait cru reconnaître hors de lui n'existent pas réellement, que ce ne sont que des formes, des apparences, des émanations de l'Être suprême, un et multiple à la fois; que

sorti lui-même de la condition de la matière dans sa forme primitive, il était arrivé maintenant, par un développement progressif et continu, au degré le plus élevé de l'être; que son existence enfin était la forme la plus accomplie du Dieu-Nature, qui le produit et le fait paraître, phénomène éphémère, dans les variations infinies de son éternelle existence.

Nous ne nous arrêterons pas à discuter ces combinaisons à la fois si peu scientifiques, si révoltantes pour la raison et si affreuses dans leurs conséquences pratiques. Nous nous bornerons a rappeler sommairement les principes de la philosophie chrétienne par rapport à l'origine des êtres. Dans cet exposé, nous prendrons pour guide celui de tous les docteurs de l'Eglise qui a le plus approfondi ces graves questions. Nous rappellerons les principes de saint Augustin sur la manière dont les êtres sont en Dieu de toute éternité et sur la création en général. Nous exposerons ensuite, parmi les interprétations diverses du texte de la Genèse indiquées et autorisées par notre grand docteur, celle qu'il semble avoir préférée lui-même. Nous tâcherons aussi de résumer les faits scientifiques modernes et les conclusions qu'on en a déduites pour expliquer la formation de la terre et de tous les corps de l'univers; nous ferons remarquer en passant que ces conclusions ne sauraient pas, dans l'état actuel de la science, être regardées comme établies et démontrées d'une manière complète et absolue. Nous montrerons encore que les vérités de la foi ne nous empêchent pas de discuter, d'après les données de la science, les questions soulevées par la géologie et la cosmogonie; nous montrerons enfin que les théories des savants modernes peuvent se concilier de la manière la plus parfaite avec les interprétations des docteurs de l'Eglise et qu'elles confirment pleinement les notions que la foi et la raison nous donnent des perfections infinies du tout-puissant Créateur.

II.

De la manière dont les êtres sont en Dieu.

Saint Augustin, parlant de l'origine des êtres, ne se borne pas à considérer ces êtres, tels que nous les connaissons par l'observation et par l'expérience des sens; il s'élève au-delà de l'origine des temps, il pénètre dans les profondeurs de la sagesse divine, il nous fait assister en quelque sorte à ces conseils que nous retracent nos saintes Ecritures (*Prov.* VIII, 27, etc.), lorsqu'elles nous représentent la Sagesse increée, préexistant à toutes les créatures et les disposant de toute éternité dans cet ordre admirable, par lequel elle se manifeste aujourd'hui dans la nature.

Quoiqu'il nous soit impossible de comprendre parfaitement la nature et les perfections de la Divinité, cependant la manifestation de ces perfections,

tant dans l'ordre intellectuel que dans le cours de la nature, nous force en quelque sorte à nous élever au-dessus des simples phénomènes, et nous permet ainsi de comprendre jusqu'à un certain point les perfections divines en elles-mêmes; car notre intelligence, créée à l'image de l'intelligence infinie, renferme et retrouve pour ainsi dire en elle l'image de toutes choses. Tâchons donc de comprendre avec notre saint docteur, comment toutes choses préexistaient en Dieu dès avant la création.

Quand nous fixons notre attention sur un de ces chefs-d'œuvre que l'art grec ou l'art chrétien ont légués à notre admiration, par exemple, le Jupiter de Phidias ou les Madones de Michel Ange, nous ne nous arrêtons pas à considérer la beauté des formes, le sublime de l'expression qui frappe d'abord nos regards; mais, par l'idée supérieure que le chef-d'œuvre éveille en nous, nous entrons tout d'abord dans la pensée intime de l'artiste lui-même, nous pénétrons l'idée qui le dirigeait et qu'il a réalisée dans son œuvre, nous voyons cette idée préexistant à l'œuvre, et nous ne pouvons nous empêcher d'admirer à la fois la puissance du génie qui a su concevoir cette idée, et l'habileté de l'ouvrier qui a si bien réussi à la produire au dehors. Ainsi nous distinguons entièrement l'idée de l'artiste, manifestée par son œuvre, d'avec l'œuvre elle-même; nous concevons que la première a existé réellement dans son intelligence antérieurement à la production de la seconde; que, même après cette production, l'idée de l'artiste a continué d'exister indépendamment de l'œuvre, et que, lors même que l'œuvre aurait été détruite, l'idée n'aurait pas cessé pour cela d'exister dans son esprit.

Passons maintenant de ces principes à la considération des merveilles de la création. Ne nous bornons pas à considérer l'ordre et la beauté qui se manifestent et dans chaque être en particulier et dans l'ensemble des êtres, et qui fournissent à la science le sujet de ses méditations; profitons de toutes les découvertes du génie de l'homme dans ce vaste champ ouvert à ses recherches; tâchons de soulever le voile qui nous cache les opérations de cette nature toujours ancienne et toujours nouvelle, de découvrir les ressorts secrets qui font mouvoir les mille et une pièces dont se compose le vaste système de l'univers, les liens qui les rattachent les unes aux autres; élevons-nous ensuite à considérer l'intelligence infinie qui a présidé à cette admirable composition, et nous comprendrons que cette intelligence connaissait toutes choses avant qu'elles fussent faites; que les raisons premières, les prototypes, les idées de toutes choses existaient en elle. Nous comprendrons enfin que, si l'artiste peut manifester hors de lui les idées

qui sont en lui, et qui font en quelque sorte partie de son intelligence, il est de l'essence d'un Être infini, qui est en même temps intelligence infinie et puissance infinie, de pouvoir aussi manifester hors de lui les idées qui sont en lui (1). Nous comprendrons avec Saint Augustin, que la manière dont les choses sont en Dieu est tout-à-fait différente de la manière dont elles existent en elles-mêmes et pour nous, en tant que nous les connaissons par l'usage des sens; que tout ce qui existe dans l'intelligence de Dieu étant nécessairement éternel et immuable comme cette intelligence elle-même, la manière dont les choses sont en Dieu est infiniment plus parfaite que celle dont elles existent en elles-mêmes. Ainsi, pour nous résumer en nous servant des paroles de Saint Augustin (2): « tout ce qui a été fait a été fait par le Verbe, l'Intelligence, la Sagesse divine; et tout ce qui a été fait, est *vie* dans le Verbe, de cette vie dans laquelle il a vu tout ce qu'il a fait quand il l'a fait, et qu'il l'a fait comme il l'a vu, non pas en voyant hors de lui, mais en produisant avec poids, nombre et mesure, en *numérant*, hors de lui tout ce qu'il a fait. Ainsi toutes choses existaient déjà dans la connaissance de celui qui les a faites avant qu'elles ne fûssent faites; elles y étaient plus parfaites, là où elles étaient plus vraies, éternelles et immuables. Elles étaient connues de la manière dont elles vivent éternellement et immuablement, dont elles sont *vie* dans le Verbe. Elles étaient dans la connaissance de Dieu; elles n'étaient pas dans leur propre nature. Par la création elles ont été faites suivant que chaque créature existe maintenant dans son genre. »

Saint Augustin explique encore d'une autre manière comment on peut dire des créatures, et qu'elles sont vie dans le Verbe, et que cette *vie est la lumière des hommes* (3): « C'est que les intelligences douées de raison et par conséquent l'homme lui-même créé à l'image de Dieu, c'est que ces intelligences, dégagées de toute erreur de l'esprit et délivrées des souillures de l'iniquité, participent jusqu'à un certain point aux lumières de l'intelligence suprême, et qu'elles peuvent parvenir à la contemplation de cette intelligence, contemplation qui est en même temps pour elles et la plus haute destinée possible et la source du bonheur le plus parfait. »

Nous ne pouvons nous empêcher de présenter encore une réflexion de

(1) *De libero arbitrio*, lib. II, c. 16.
(2) *De Genesi ad litt.* lib. V, c. 15.
(3) *De Genesi ad litt.* lib. V, c. 14.

notre saint docteur qui se rattache à celles que nous venons d'exposer.

« Il est vrai, dit-il (1), que la substance de Dieu est ineffable. Éternel et immuable, il est l'être des êtres, ayant seul en lui la raison de son être, *il est celui qui est* (*Exod.* III, 14.). Etre bien différent de ceux qu'il a produits, puisqu'il est vraiment et primitivement ce qu'il est toujours et de la même manière, et que non-seulement il ne change point, mais qu'il n'est pas même susceptible de changement. Car les êtres qu'il produit, il ne les produirait point, s'il ne les connaissait auparavant; il ne les connaîtrait point, s'il ne les voyait; il ne les verrait point, s'il ne les possédait déjà en lui, et il ne posséderait point ce qui n'est pas encore fait, si ce qui n'est pas encore fait n'était en lui de la manière dont il est lui-même, c'est-à-dire, sans être fait, *non factus*. Mais quoique la substance de Dieu soit ineffable et que l'homme ne puisse en parler aux autres hommes sans se servir de paroles renfermées dans l'espace et dans le temps, tandis que Dieu est supérieur à l'espace et au temps, il ne laisse pas néanmoins d'être plus près de nous, celui qui a fait toutes choses, que bien des choses qu'il a faites; puisque c'est en lui que nous avons la vie, le mouvement et l'être, tandis qu'au contraire plusieurs de ces choses qu'il a faites sont dérobées à notre connaissance et comme éloignées de notre esprit. En effet, notre esprit étant d'une nature différente de celle des corps, ne peut connaître les substances corporelles en elles-mêmes; et il n'est pas davantage capable de voir ces substances en Dieu dans leurs raisons d'être, pour en conclure ensuite le nombre, la quantité et les qualités. Il arrive de là que nous avons beaucoup plus de peine à connaître les choses corporelles, qu'à trouver celui qui a fait toutes choses; puisqu'il est incomparablement plus heureux et plus excellent de reconnaître avec un amour religieux, de sentir le divin auteur de l'univers dans la moindre parcelle de ses œuvres, que de comprendre l'univers tout entier. C'est donc à juste titre que le livre de la Sagesse a blâmé les philosophes de ce monde qui, dans leurs recherches, s'arrêtent à la considération des créatures: *Car*, dit-il (2), *s'ils ont pu avoir assez de lumière pour reconnaître l'ordre du monde, comment n'ont-ils pas découvert plus aisément celui qui en est le Maître et le Seigneur?* En effet les fondements de la terre sont

(1) *De Genesi ad litt.* lib. V, c. 16.

(2) Si enim tantum potuerunt scire ut possent æstimare sæculum : quomodo hujus Dominum non facilius invenerunt? *Sap.* XIII, 9.

inaccessibles à nos regards; mais celui qui a fondé la terre est tout près de notre esprit.»

Nous avons exposé dans cette première partie la manière dont les êtres sont en Dieu dès avant la création; nous devons maintenant considérer la création elle-même tant par rapport à Dieu que par rapport aux créatures.

III.

De la création en général.

La création est pour St Augustin, comme pour tous les philosophes chrétiens, un acte primitif de la volonté divine, par lequel Dieu produit hors de lui le monde avec tout ce qu'il renferme, et cela en le faisant non pas de sa propre substance, ni d'aucune matière préexistante, mais en le tirant du néant, c'est-à-dire, qu'il le produit là où rien n'existait. La création est le commandement, la parole de Dieu, par laquelle ce qui n'était pas encore a reçu l'être : *dixit et facta sunt* (*Psalm.* XXXII, 9) (1). C'est un acte réalisé à l'origine des temps, mais éternel en Dieu, qui a fixé de toute éternité le moment de cette réalisation (2).

L'Écriture nous enseigne qu'*au commencement Dieu créa le ciel et la terre* (*Gen.* I, 1). St Augustin se demande ce que signifient *le ciel et la terre* dont il s'agit dans ce verset; il rapporte à ce sujet plusieurs opinions différentes. Celle qu'il adopte lui-même, et qu'il reproduit à plusieurs reprises dans la suite de ses explications (3), se rattache aux principes de la philosophie d'Aristote, que nous devons pour cette raison rappeler ici en peu de mots.

On désigne aujourd'hui sous le nom de *matière* tantôt tous les corps en général, c'est-à-dire, tous les êtres de la nature qui peuvent agir sur nos sens, tantôt ce qui reste dans les corps, lorsqu'on fait abstraction de toutes les qualités et propriétés qui les distinguent les uns des autres, pour ne considérer que ce que possèdent tous les corps quelconques, ce qui leur est commun à tous. La plupart des physiciens et des chimistes supposent que les corps sont composés en dernier résultat de particules insécables, unies entr'elles et arrangées de diverses manières, qui sont ou bien de même espèce ou

(1) *De naturâ boni contra Manichæos*, c. 26.
(2) *De Genesi ad litt.* lib. I, c. 2.
(3) *Ibi em*, c. 15. lib. V, c. 5. *Confess.* lib. XII, c. 4-8.

bien d'espèces différentes. Les divers changements physiques et chimiques que présentent les corps s'expliquent alors par la séparation ou la réunion des parties élémentaires, ou par de nouveaux modes d'agrégation qui s'y manifestent, tandis que les parties élémentaires elles-mêmes se conservent toujours sans altération aucune. Mais on ne peut du moins expliquer de cette manière la production de substances tout-à-fait nouvelles, la génération des animaux et même la reproduction des végétaux. On ne pourrait pas dire non plus que ces nouvelles substances sont faites de rien, qu'elles n'ont pas de raison suffisante de leur existence. Il faut donc que, pour chacune d'elles, il y ait un principe particulier, qui ne soit pas matériel dans le sens de ce mot, tel qu'il est aujourd'hui reçu. Or, c'est ce premier principe que l'école d'Aristote désignait sous le nom de *matière*, et puisque ce qui a lieu pour une substance s'applique également à toutes les autres, elle désignait sous le nom de *matière première* le principe commun à toutes les substances de la nature, tandis qu'elle réservait le nom de *forme* à un autre principe, commun à plusieurs substances de même espèce, ou bien individuel pour chaque substance en particulier, et qui détermine alors les qualités et les propriétés soit spécifiques soit individuelles des diverses substances (1).

Ainsi la matière, quoiqu'étant quelque chose de réel et de positif, n'existe pas en elle-même; elle n'est pas une substance, c'est-à-dire, quelque chose d'existant actuellement et en soi; elle est comme l'étendue, qui n'est pas par elle-même quelque chose de figuré, mais qui est comme *puissance* variable et susceptible de toutes les figures. La matière existe aussi comme puissance, comme susceptible de devenir une substance naturelle quelconque, de même que la cire et le bois, qui ne présentent par eux-mêmes aucune forme déterminée, sont susceptibles de revêtir, sous la main de l'artiste, toutes sortes de formes différentes.

Écoutons St Augustin lui-même discutant avec sa profondeur habituelle le sujet que nous venons d'effleurer. « Quand je cherchais d'abord, nous

(1) Nous remarquerons en passant que cette théorie présente une analogie frappante avec celle du Dynamisme. Dans ce système on considère chaque corps comme un espace rempli d'une matière continue; mais ce qui est primitif dans le corps, ce qui en constitue l'essence, ce n'est pas la matière sensible réduite même à tel degré de division qu'on voudra l'imaginer; c'est au contraire une force particulière, propre et déterminée, dont la forme sensible du corps ou des parties du corps n'est qu'une manifestation particulière, mais nécessaire ou naturellement inséparable.

dit-il (1), à comprendre ce que c'est que la *matière informe*, je me représentais dans mon imagination des formes hideuses et horribles, mais cependant de vraies formes, et j'appelais *informe*, non pas ce qui est absolument sans forme, mais ce qui aurait une forme telle que, si elle apparaissait réellement, elle serait capable de révolter nos sens et d'effrayer la faiblesse humaine, comme une chose tout-à-fait extraordinaire, étrange et désordonnée. Cependant la raison me forçait à dépouiller ma pensée de toute idée de forme quelconque, si je voulais avoir une notion exacte de ce qui est absolument *informe*, et je ne pouvais y parvenir. Car il me semblait que ce qui serait sans forme n'existerait pas du tout, plutôt que de pouvoir me représenter quelque chose d'intermédiaire entre ce qui est *formé* et le néant, et qui ne serait ni *formé* ni néant, mais un *informe* voisin du néant. Enfin je cessai d'interroger mon esprit tout rempli des images des corps *formés*, images qu'il peut changer et varier à son gré, et je fixai mon attention sur les corps eux-mêmes; j'examinai plus profondément la *mutabilité* de ces corps, par laquelle ils cessent d'être ce qu'ils avaient été et commencent d'être ce qu'ils n'étaient pas. Je soupçonnai alors que le passage d'une forme à une autre forme se faisait par quelque chose d'*informe* et non pas par un pur néant. Mais ce n'était pas une simple conjecture que je voulais faire, c'était une connaissance complète que je cherchais. Et quand même je publierais pour votre gloire, soit de vive voix, soit dans mes écrits, tout ce que vous-même, Seigneur, vous m'avez appris sur cette question, quel est le lecteur qui serait capable de me comprendre? Cependant cela ne m'empêchera pas de vous adorer avec amour et de publier en votre honneur un cantique de louange et de reconnaissance, pour les connaissances que je ne puis énoncer suffisamment pour les communiquer aux autres. Car la mutabilité des choses muables est elle-même susceptible de toutes les formes que prennent ces choses dans leurs changements. Et cette mutabilité qu'est-elle elle-même? Est-ce un esprit? Est-ce un corps? Est-ce une propriété, un accident d'un esprit ou d'un corps? *Numquid species animi vel corporis ?* S'il était permis de dire : un néant qui est quelque chose, un être qui n'est pas, c'est là le nom que je voudrais lui donner; et cependant elle était déjà d'une façon quelconque avant de présenter les formes visibles et composées par lesquelles elle se manifeste maintenant, puisqu'elle a pu revêtir ces formes. »

(1) *Confess.* lib. XII, c. 6.

St Augustin suppose donc que *le ciel et la terre*, dont il est parlé dans le texte cité précédemment, désignent la *matière première*, la *matière sans forme* de toutes les créatures spirituelles et corporelles. Ce n'est pas que cette matière ait existé d'abord, et qu'elle n'ait reçu que plus tard les formes qui constituent les divers êtres. « Car, dit St Augustin (1), Dieu créa en même temps et la matière des êtres et les êtres eux-mêmes. Cependant, comme la matière a une certaine priorité d'origine, *quadam origine prior est*, et que l'Ecriture a voulu désigner et la production du principe dont les êtres proviennent et celle des êtres eux-mêmes, elle a rapporté séparément et antérieurement la création de la matière; de même que dans le langage ordinaire, quand nous parlons de la matière et de la forme, nous concevons fort bien que ces deux principes existent simultanément, quoique nous ne puissions pas les énoncer à la fois et en même temps. »

Les remarques qui précèdent suffiraient déjà pour montrer que les notions de *matière* et de *forme*, et l'opinion de St Augustin sur la création *distincte* de la matière première, ne sont pas des spéculations oiseuses et inutiles, des subtilités métaphysiques sans aucun avantage. Rappelons encore un raisonnement remarquable par lequel St Thomas prouve que la matière première elle-même a été créée : « Les premiers philosophes, dit-il (2), esprits encore peu cultivés, supposèrent qu'il n'y avait d'autres êtres que les corps sensibles. Ceux-là même qui admettaient dans les corps des changements réels, ne reconnaissaient ces changements que pour les modifications accidentelles, telles que la dilatation et la condensation, la séparation et la réunion des diverses parties. Supposant d'ailleurs la substance même des corps incréée, ils attribuaient ces modifications accidentelles à diverses causes : la sympathie, l'antipathie, l'intelligence et autres causes semblables. Cependant d'autres philosophes, poussant leurs recherches plus avant, établirent une distinction entre la forme substantielle des corps et la matière de ces corps, laquelle ils regardaient aussi comme incréée. Ils croyaient donc que les changements qui ont lieu dans les corps affectent les formes essentielles de ces corps. Ils assignaient également quelques causes plus générales à ces changements, telles que le cercle oblique suivant Aristote ou les idées suivant Platon. Mais ces causes actives, quoique déjà plus générales, ne

(1) *De Genesi ad litt.* lib. I, c. 15.
(1) *Summa Theol.* p. I, q. 44, a. 2.

laissaient pas cependant d'être encore des causes particulières, puisqu'elles se rapportaient à des classes, à des espèces de corps, espèces qui sont déterminées elles-mêmes par des formes substantielles, de même qu'une substance tout-à-fait déterminée acquiert un nouveau mode d'existence par suite d'une modification accidentelle qui lui survient. Ainsi les derniers philosophes aussi bien que les premiers ne considéraient les êtres que sous un point de vue particulier; les uns les envisageaient en tant que chaque être est cet être individuel, les autres en tant qu'il est être de telle espèce. Enfin quelques-uns s'élevèrent jusqu'à la considération des êtres en tant qu'êtres, et d'après cela ils recherchèrent la cause de toutes choses sous ce dernier rapport. Mais il faut bien que ce qui est la cause première de toutes choses, soit la cause non seulement de ce qui constitue les choses comme êtres individuels, comme êtres de telle espèce, mais encore qu'elle soit la cause de tout ce qui appartient à leur être d'une manière quelconque; et par conséquent il faut aussi que la matière première soit elle-même créée par la cause universelle des êtres.»

Afin de faire mieux comprendre la toute puissance de Dieu dans l'acte de la création, nous allons rapporter ici un passage des dialogues de St Augustin avec Félix le manichéen (2). Ce dernier avait objecté que, si l'âme humaine était produite de rien, si elle avait reçu de Dieu l'être, le commencement de son existence, il s'ensuivait que l'âme était une partie de Dieu. St Augustin lui répond par le raisonnement suivant: «Toutes les choses qui sont produites et toutes celles que chaque homme produit sont ou bien provenues de la substance de celui qui les produit, ou bien elles sont faites de quelque matière, ou enfin elles sont tirées du néant. L'homme n'ayant pas la toute puissance, ne peut réaliser que les deux premières manières de production. Il produit de sa propre substance dans la génération; il produit avec le secours de quelque chose, avec une matière qu'il met en œuvre, lorsque par exemple un artiste fait une cassette avec du bois, un vase avec de l'argent. Mais l'artiste ne peut produire ni le bois ni l'argent qu'il emploie à cet effet. Produire ainsi une chose qui n'existe pas auparavant, faire quelque chose de rien, faire que, de ce qui n'existe en aucune manière, quelque chose existe réellement, c'est ce qui surpasse le pouvoir de l'homme. Dieu seul a manifesté également sa toute puissance par les trois

(2) *De actis cum Felice*, lib. II, c. 18, 19.

modes différents de production : Il a engendré son Fils, le Verbe, de sa propre substance ; il a fait le monde de rien ; il a formé l'homme du limon de la terre. Ce qu'il a produit de sa propre substance est proprement dit engendré, *de ipso est ;* ce qu'il a fait de rien provient de lui, parce qu'il l'a fait, mais ne provient pas de sa propre substance, *ex ipso, non de ipso* (1). Cependant même dans la formation de l'homme, et en général dans toutes les productions que Dieu a faites avec une matière déjà formée, le mode d'agir de Dieu est bien différent de celui de l'homme. En effet cette matière, le limon de la terre par exemple, il ne l'a point trouvée toute faite par un autre que lui ; mais il a fait lui-même et la chose qui, n'étant pas auparavant, a reçu l'existence, et la chose qui devait provenir de celle qui avait déjà été auparavant tirée du néant et qui existait déjà, quoique sous une autre forme. C'est de la même manière que nous comprenons que le corps de l'homme, que l'âme, que toutes les créatures n'ont pas été engendrées de la substance de Dieu, pour être la même chose que Dieu, mais qu'elles ont été *faites par Dieu*, qu'elles sont l'œuvre de sa toute puissance. Ainsi, poursuit St Augustin, quoique l'âme humaine, quoique les créatures soient faites par Dieu, cependant les créatures sont sujettes au changement, l'âme peut se souiller par sa propre faute, puisque Dieu, qui est vraiment, qui est immuablement le même, qui a dit de lui-même : *je suis celui qui suis* (*Exod.* III, 14.), a fait les créatures bonnes de leur nature, mais qu'il ne les a pas faites de sa propre substance, qu'il ne les a pas faites égales à lui.»

Cependant, si les créatures ne font point partie de la substance de Dieu, si elles ne sont point égales à Dieu, elles ne laissent pas de représenter les perfections de la Divinité d'une certaine manière. Appelées à l'existence par sa volonté suprême, et possédant en propre tout ce qui leur est nécessaire à chacune d'elles pour remplir les fonctions qui leur sont assignées, soit pour elles-mêmes, soit pour l'entretien de l'harmonie générale, elles participent, à des degrés différents, des perfections du Créateur. Mais ces perfections qui, dans les créatures, sont contingentes et limitées, sont en Dieu nécessaires et infinies, sans bornes et sans limites ; il les contient éminemment, en ce sens que dans les créatures il n'y a aucune perfection qui n'ait en Dieu son analogue, ou une perfection non égale mais semblable, dont elle n'est qu'une faible imitation, une image non parfaite mais cependant vraie et réelle.

(1) *De naturâ boni contra Manichæos*, c. 28.

C'est là la pensée qu'exprime St Augustin dans cette invocation magnifique au Seigneur : « O vous Tout-Puissant, s'écrie-t-il (1), vous demeurez éternellement et immuablement le même; votre immuable éternité excède les temps passés et les temps futurs; et cependant il n'y a pas de créature dans le temps que vous n'ayez faite vous-même; vous les avez faites par votre volonté, non pas par une volonté qui aurait été différente dans le principe et qui aurait changé ensuite, ni par une volonté nouvelle et que vous n'auriez pas eue dès le commencement; vous les avez faites par votre volonté qui est une même chose avec vous. Vous n'avez pas fait ce qui n'est que votre ressemblance, de votre substance, afin qu'elle fut la *forme* même de toutes choses; mais vous avez tiré du néant une dissemblance *informe* (la matière première), qui serait formée d'après votre ressemblance, afin que tous les êtres rapportent à vous seul tout ce qu'ils ont reçu chacun dans son genre, et que toutes les choses qui sont faites soient accomplies et très-bien faites, soit que, par leur nature, elles se trouvent rapprochées de vous, soit que, s'éloignant de vous à des degrés différents, elles contribuent néanmoins à la beauté et à la perfection de vos œuvres par les changements qu'elles produisent ou qu'elles éprouvent dans l'espace et dans le temps. »

Nous ne pouvons mieux résumer les considérations principales que nous avons développées jusqu'à présent,qu'en nous servant des propres paroles du grand interprête de St Augustin. Voici comment St Thomas explique et les idées des êtres en Dieu et la production de ces êtres en eux-mêmes (2) : « Intelligence infinie, Dieu se connait lui-même, il comprend ses divines perfections non seulement telles qu'elles sont en lui, infinies et incommunicables, mais aussi en tant qu'elles peuvent être communiquées, ou plutôt *imitées* à des degrés différents. Puissance infinie, il peut réaliser hors de lui ces conceptions de son intelligence, et il les a réalisées en effet par la production des créatures. Ces créatures il les a produites, différentes les unes des autres et plusieurs en nombre, afin que ce qui manque à l'une d'elles pour représenter les perfections divines, fût suppléé par d'autres, puisque ces perfections, qui sont en Dieu sans division et uniformément les mêmes, sont au contraire multipliées et partagées dans les œuvres qu'il a créées.»

Cependant St Augustin ne se borne pas à nous expliquer la création

(1) *Confess.* lib. XII, c. 28.
(2) *Summa Theol.* q. 15, a. 3; q. 47, a. 2; q. 19, a. 4.

des êtres en général. Prenant pour guide le récit de l'Ecriture, il expose en détail la manière dont les différents êtres ont été produits. C'est cet exposé qui fera le sujet de la partie suivante de notre travail.

IV.

De l'œuvre des six jours.

Au commencement Dieu créa le ciel et la terre : or la terre était vide et sans ornement, et les ténèbres étaient sur la face de l'abîme, et l'Esprit de Dieu se portait sur les eaux. Et Dieu dit : que la lumière soit faite, et la lumière fut faite. Et Dieu vit que la lumière était bonne, et il sépara la lumière d'avec les ténèbres ; il donna à la lumière le nom de jour, et aux ténèbres le nom de nuit : et du soir et du matin se fit le premier jour (*Gen.* I, 1-5). La Genèse rapporte ensuite la formation du firmament, la réunion des eaux dans le bassin des mers, l'apparition de l'élément aride et la production des végétaux à sa surface; la formation du soleil, de la lune et des étoiles ; puis la production, du sein des eaux, des animaux qui nagent dans les eaux et des oiseaux; ensuite celle des animaux qui vivent sur la terre, et enfin la formation de l'homme. Après le récit de chacune de ces productions, le texte sacré ajoute : *du soir et du matin il se fit un jour.* Ainsi le ciel et la terre avec tous leurs ornements furent achevés le sixième jour, et Dieu se reposa le septième jour de tous les ouvrages qu'il avait accomplis (*Gen.* II. 1, 2).

Tel est en abrégé le récit de la création que l'auteur inspiré nous a laissé et qui fait le sujet des explications de St Augustin que nous allons développer.

Nous avons déjà fait connaître son opinion sur le sens des premières paroles : *au commencement Dieu créa le ciel et la terre;* nous avons montré que suivant lui ces paroles désignent la création de la matière première de tout ce qui existe ; nous ajouterons seulement ici que c'est à la même opinion que se rattache l'interprétation qu'il donne des paroles suivantes : *la terre était vide et vaine,* ou suivant la version des Septante qu'il a suivie, *invisible et incomposée, et les ténèbres étaient sur la face de l'abîme.* Nous avons également considéré avec lui la création en général et dans ses rapports avec le créateur, nous devons maintenant la considérer en particulier, c'est-à-dire, dans ses rapports avec les divers êtres créés.

L'Ecriture décrit en détail la production des diverses parties les plus importantes qui composent l'univers; elle rapporte ces diverses productions à six jours distincts, après lesquels Dieu se repose de son œuvre; cependant il semble résulter d'un autre passage de l'Ecriture (1), que tout a été créé en même temps. Mais si la création de tous les êtres a été simultanée, quelle est alors la nature des six jours de la Genèse, quel était l'état des divers êtres au moment de la création, que faut-il entendre par le repos de Dieu qui commence le septième jour? Nous tâcherons de faire connaître succinctement la réponse de St Augustin à ces diverses questions.

S'appuyant sur le texte cité de l'Ecclésiastique et même sur quelques passages de la Genèse, St Augustin admet que la création a été simultanée. A l'origine des temps, Dieu crée par un acte de sa volonté le ciel et la terre avec tout ce qu'ils renferment, toutes les substances spirituelles et corporelles. Ce n'est pas que tous les êtres aient existé dès le moment de la création dans leur état actuel; mais dès ce moment tous ces êtres existaient déjà d'une certaine manière, ils existaient dans leur principe et dans leur cause déjà créée et subsistante dès ce premier moment.

Quoique tous les êtres aient été créés à la fois et en même temps, l'Ecriture ne laisse pas de rapporter séparément les productions des diverses créatures; elle les rapporte dans un ordre déterminé; mais cet ordre n'est pas celui de l'apparition successive des créatures dans le temps; c'est l'ordre d'excellence ou de dignité de leur nature que l'Ecriture a voulu nous rappeler. « Ainsi, dit St Augustin (2), il fallait que le premier rang parmi les créatures fût assigné à la nature angélique, aux pures intelligences, qui sont représentées par la lumière créée en premier lieu, à ces intelligences qui peuvent non-seulement s'élever de la connaissance des créatures à celle du créateur, mais qui sont encore capables de voir les créatures dans le créateur. Il fallait nommer en second lieu les espaces célestes, le firmament, par lequel commence la description du monde corporel; puis en troisième lieu la terre et les mers, ainsi que les végétaux que la terre renfermait déjà comme *en puissance* et qu'elle devait produire dans le temps, suivant l'ordre établi par la parole du créateur. Après nous avoir ainsi représenté la terre préparée à devenir le séjour des êtres, l'Ecriture rapporte la production des grands

(1) Qui vivit in æternum, creavit omnia simul. *Eccli* XVIII, 1.
(2) *De Genesi ad litt.* lib. V, c. 5.

luminaires et des étoiles, afin d'assigner d'abord à la partie supérieure de ce monde les êtres visibles dont les mouvements réglés et sensibles en font le plus bel ornement. Après cela dans le récit de la Genèse, les eaux, qui viennent dans l'ordre des éléments après le ciel et l'air, produisent les poissons et les oiseaux; elles les produisent dès le premier instant, par la puissance qui leur est communiquée et qui devait se réaliser dans la suite des temps; et enfin la terre elle-même, le dernier des éléments, produit également et de la même manière les animaux terrestres.»

On peut déjà conclure de ce qui précède que St Augustin ne regarde pas les six jours de la Genèse comme des jours naturels, des jours semblables aux nôtres. Il montre (1) qu'il ne peut en être ainsi, puisque les trois premiers de ces jours et la production des végétaux auraient été alors antérieurs à la création du soleil dont la révolution constitue pour nous le jour, et que d'ailleurs les animaux pour l'avantage desquels la succession des ténèbres et de la lumière est établie n'existaient pas encore; il faut donc, dit-il, que ç'aient été soit des jours corporels produits par une lumière corporelle qui nous est inconnue, soit des jours spirituels dont il explique la nature et que nous allons expliquer d'après lui.

L'œuvre du premier jour, la création de la lumière et la création du premier jour lui-même, formé du soir et du matin, *factumque est vespera et mane dies unus*, se rapportent, suivant St Augustin (2), à la création de la lumière spirituelle, de la nature angélique, des intelligences célestes. « De même que la formation de la lumière nous est décrite après les ténèbres, ce qui nous fait comprendre que la lumière créée arrive d'un état moins parfait, *informe* en quelque sorte, à un état plus parfait et *formé* dans son créateur; ainsi le matin succède au soir, lorsque la lumière spirituelle (les Anges) après la connaissance de sa propre nature, par laquelle elle n'est pas ce que Dieu est en lui-même, s'élève à louer la lumière qui est Dieu lui-même, et qu'elle se trouve ainsi *formée* et parfaite dans cette contemplation. Cependant les autres créatures inférieures aux Anges ne sont pas produites sans la connaissance des Anges, et c'est pour cela que la premier jour se reproduit autant de fois et qu'il y a autant de jours, que l'on distingue de genres de créatures. Ainsi le soir qui commence le premier jour est la con-

(1) *De Genesi ad litt.* lib. V, c. 2; lib. I, c. 16.
(2) *Ibid.* lib. IV, c. 22.

naissance par laquelle la créature angélique se connait elle-même, et qu'elle sait qu'elle n'est pas ce que Dieu est; le matin après le soir, qui termine le premier jour, est produit lorsqu'elle rapporte à la louange du créateur ce qu'elle a reçu par la création, et qu'en même temps elle acquiert dans le Verbe la connaissance de la créature qui est produite après elle, savoir du firmament. En effet le firmament est produit d'abord dans la connaissance du Verbe, connaissance qui est communiquée aux Anges, puisque l'Ecriture dit: *et sic factum est;* il n'est connu que dans la suite dans sa propre nature de firmament créé, puisque l'Ecriture dit encore: *et sic factum est, et fecit Deus firmamentum.* Le soir qui commence le second jour est alors la connaissance du firmament dans sa propre nature et non dans le Verbe, et cette connaissance inférieure et moins parfaite est désignée avec raison sous le nom de soir. Le matin suivant est le moment où la créature angélique s'élève à louer le créateur pour l'œuvre du firmament et arrive à reconnaître dans le Verbe la créature qui doit être faite après le firmament.« St Augustin explique également les jours suivants d'après la manière dont les connaissances distinctes des productions simultanées de ces jours ont été communiquées aux intelligences célestes créées avec les êtres corporels et au même instant. Il fait observer à cet égard (1) que, la connaissance d'une chose dans le Verbe étant beaucoup plus parfaite que celle de cette chose dans sa propre nature, la première est à la seconde ce que le jour est au soir ou à la nuit. Cependant cette dernière connaissance diffère elle-même de l'ignorance ou de l'erreur de ceux qui ne connaissent la chose en aucune manière, et sous ce rapport on peut aussi lui donner le nom de jour.

« Dans les jours de la création il n'est point fait mention de la nuit, mais le matin succède immédiatement au soir; parce que les Anges connaissent les créatures en elles-mêmes de telle manière qu'ils préfèrent à cette connaissance, et par élection et par amour, celle qui les leur fait connaître dans la Vérité qui a fait toutes choses et dont ils participent (2). »

Après avoir développé lui-même, comme nous venons de le faire, son opinion sur les jours de la création, St Augustin a soin de prévenir qu'il ne faut pas se hâter de soutenir témérairement cette opinion comme s'il ne pouvait y en avoir une autre plus convenable et plus plausible. Cependant il se

(1) *De Genesi ad litt.* lib. V, c. 23.
(2) *Ibid.* lib. V, c. 24, 25.

défend de l'objection que son explication serait figurée, allégorique. En effet, si le jour est nécessairement d'autant plus vrai et plus parfait, que la lumière qui le produit est elle-même plus pure et plus parfaite, pourquoi n'en serait-il pas de même du soir et du matin (1)? c'est-à-dire, pourquoi les jours de la création ne seraient-ils pas produits par une lumière spirituelle aussi parfaite que celle que nous devons reconnaître dans les intelligences célestes?

Rappelons encore les considérations élevées que présente notre saint docteur pour expliquer comment les diverses connaissances sont simultanées dans les anges, et pour nous faire comprendre à nous-mêmes comment toutes choses ont été créées à la fois et en même temps :

« Nous ne devons point comparer notre état actuel sur la terre à celui des habitants de notre céleste patrie, ni juger des jours dont ils jouissent d'après nos jours actuels produits par les mouvements et les vicissitudes de la lumière corporelle, mouvements qui ont lieu dans l'espace et dans le temps. Sur la terre nous ne pouvons avoir simultanément le jour et la nuit, le soir et le matin ; mais il en est tout autrement dans ce séjour des esprits, là où il y a à la fois, toujours *jour* dans la contemplation de l'immuable Vérité, toujours *soir* dans la connaissance de la créature en elle-même, toujours *matin* dans la louange du créateur par suite de cette connaissance. Là le soir n'est pas produit comme si la lumière du jour ou la connaissance supérieure était suivie et remplacée par les ténèbres ou l'ignorance ; mais le soir y vient de ce que la première connaissance se distingue d'une autre connaissance moins parfaite, mais qui peut exister en même temps avec elle. De même le matin a lieu, non pas parce que la science du matin succède à l'ignorance de la nuit, mais parce qu'elle élève la connaissance du soir elle-même à la gloire du créateur (2). »

« Cependant si la nature angélique, créée la première, est telle que ces trois sortes de connaissances correspondantes au jour, au soir et au matin existent maintenant en elle simultanément, en était-il déjà de même pendant les jours de la Genèse, alors que ces intelligences recevaient d'abord dans le Verbe la connaissance de la créature à produire, et qu'après avoir ensuite reconnu cette créature en elle-même, elles s'élevaient à la louange du Créateur ? Ces trois connaissances n'étaient-elles pas alors distinctes et successives

(1) *De Genesi ad litt.* lib. IV, c. 27, 28.
(2) *Ibid.* lib. IV, c. 30.

dans le temps suivant l'ordre que l'Ecriture assigne? ou bien étaient-elles alors simultanées (1). »

« L'esprit de l'homme, remarque à cette occasion St Augustin, connait d'abord et autant que le permet la faiblesse humaine, par les sens, les choses qui ont été faites; il en cherche ensuite les causes; il s'efforce de parvenir à la découverte de ces causes principales et immuables qui résident dans le Verbe, et d'arriver à la connaissance de ce qui est invisible en lui, par le secours des choses créées. Mais l'esprit de l'Ange, lumière créée par le Verbe, s'attachant par pur amour à la lumière qui l'a produit, a contemplé tout d'abord cette divine lumière, il s'est vu lui-même dans cette lumière, il s'est considéré ensuite dans sa propre nature. Créé de telle manière qu'il a la prééminence sur les autres créatures, il a vu également dans le Verbe ce qui devait être fait, avant que cela ne fût fait; il a reconnu ensuite les choses créées en elles-mêmes. Si dès lors, se complaisant dans cette connaissance imparfaite, il avait préféré les jouissances qu'il trouvait en lui-même à celles qu'il trouvait dans le Créateur, la connaissance plus parfaite, celle du matin n'aurait pas succédé à celle du soir. Mais le matin s'est fait, *factum est mane*, lorsque l'esprit de l'Ange s'est élevé de la connaissance imparfaite qu'il avait reçue, à la louange du Créateur, et lorsqu'en même temps le *fiat* de la parole divine produisait en lui la connaissance parfaite d'une créature nouvelle. Néanmoins ces connaissances distinctes que les Anges avaient des diverses créatures nommées successivement, n'étaient pas successives *intervallis temporum*; elles étaient simultanées par la faculté supérieure que possède l'esprit angélique d'embrasser toutes ces connaissances à la fois, en même temps et sans aucun effort de sa part; cependant elles n'étaient pas sans ordre, puisqu'elles manifestaient les causes des divers êtres successifs et l'enchaînement de ces causes les unes avec les autres (2). »

« Mais si l'esprit de l'Ange embrasse en même temps tout ce que nous envisageons séparément quand nous parlons de l'ordre des causes connexes, est-ce que les choses qui étaient produites, telles que le firmament, la réunion des eaux, l'apparition de la terre aride et nue, celle des végétaux qui naissent à sa surface, la conformation des luminaires et des étoiles, la production des animaux qui vivent dans les eaux et sur la terre, est-ce que toutes

(1) *De Genesi ad litt.* lib. IV, c. 31.
(2) *Ibid.* lib. IV, c. 32.

ces choses ont été faites en même temps? N'ont-elles pas plutôt été faites dans la suite des temps, et suivant un ordre de succession déterminé d'avance? Ou bien encore, au lieu de se produire avec les changements et les vicissitudes que présente maintenant le cours de la nature, n'ont-elles pas été produites, sans manifester dès lors ces changements, mais cependant produites d'une manière complète par la puissance merveilleuse et ineffable de la sagesse divine qui ***atteint depuis une extrémité jusqu'à l'autre avec une force infinie et dispose tout avec douceur*** (1)? St Augustin adopte cette dernière explication, et il se fonde sur le texte que nous avons déjà allégué. L'Ecriture, dit-il (2), qui rapporte dans la Genèse que le Créateur acheva toutes ses œuvres en six jours, dit aussi dans un autre endroit (3) que le même divin auteur a tout créé en même temps. Et comme le sens de ces paroles ne peut être opposé à celui du premier texte, il faut aussi que les six ou sept jours de la Genèse, ou plutôt un même jour répété autant de fois, aient été faits en même temps. Ce n'est donc pas avec lenteur qu'ont été faites les choses dont nous voyons maintenant les mouvements et les développements lents et successifs, les siècles n'ont pas été créés tels qu'ils s'écoulent; en un mot, ce n'est pas dans le temps que les temps mêmes ont reçu la succession réglée et mesurée qui les constitue. Mais toutes les choses ont été créées au même instant par la sagesse divine, qui n'agit pas par degrés et n'arrive pas comme pas à pas au but qu'elle se propose; elles l'ont été en même temps sans travail et sans effort, avec la même facilité avec laquelle se produisent encore maintenant tous les mouvements et les changements de la nature; elles l'ont été de telle manière que tous les changements qu'accomplissent les créatures pour atteindre chacune le but de sa création, proviennent de ces raisons, de ces causes implantées que Dieu déposa comme en germe dans son œuvre, dans l'acte instantané de la création, ***in ictu condendi***, lorsqu'***il dit et que tout fut fait, qu'il commanda et que tout fut créé*** (4).»

Mais, si tout a été fait en un instant, pourquoi fallait-il rapporter en détail et avec tant d'ordre des jours distincts, pourquoi fallait-il que ces jours

(1) Attingit à fine usque ad finem fortiter et disponit omnia suaviter. *Sap.* VIII, 1.
(2) *De Genesi ad litt.* lib. IV, c. 33.
(3) Qui vivit in æternum, creavit omnia simul. *Eccli.* XVIII, 1.
(4) Quoniam ipse dixit et facta sunt, ipse mandavit et creata sunt. *Psalm.* XXXII, 9.

fussent précisément au nombre de six? St Augustin examine à cet égard les propriétés de ce nombre; il fait remarquer qu'il est dans la série numérique le premier des nombres *parfaits* (1). On appelle nombre *parfait* un nombre tel que la somme de tous ses facteurs, c'est-à-dire, de tous les nombres qui divisent exactement et sans reste le nombre donné, soit égale à ce même nombre; ainsi le nombre six est divisible par l'unité qui est un sixième de six, par deux qui en est le tiers, et par trois qui en est la moitié; un, deux et trois sont les facteurs de six, et la somme de ces trois facteurs est égale au nombre six. Le nombre six est donc un nombre parfait; de plus il est dans la série numérique le premier de ces nombres. Pour arriver à celui qui le suit immédiatement, il faut dans cette série remonter jusqu'au nombre vingt-huit; et plus on s'éloigne ainsi de l'unité, plus aussi les intervalles qui séparent les nombres premiers deviennent considérables. Ainsi le nombre six étant plus parfait que tous les autres nombres, l'Ecriture a rapporté à ce même nombre de jours la création parfaite et accomplie de toutes choses (2). Quant à la première question : pourquoi fallait-il énoncer des jours distincts? notre saint docteur répond (3) que l'Ecriture, s'adressant aux hommes qui ne peuvent saisir ce qu'elle énonce ailleurs, que *Dieu a tout créé en même temps*, elle devait adapter son langage à leur faiblesse, le menager et le ralentir en quelque sorte, pour les faire parvenir là où elle se propose de les conduire par ses divins enseignements.

Cependant cette impuissance où nous sommes de comprendre la création simultanée de toutes choses n'effraie pas le génie sublime et éclairé par la foi de notre grand pontife; bien plus il élève notre esprit et nous apprend à nous-mêmes comment nous pouvons aussi parvenir à la concevoir.

« Toutes les fois que dans l'examen d'une chose les distinctions *en même temps*, *avant* et *après*, ne sont pas fondées sur une succession de temps, on peut indifféremment se servir de ces trois expressions différentes; cependant nous comprenons plus facilement ce que nous désignons par *en même temps* que ce que nous désignons par *avant* et *après*. Ainsi lorsque, placés sur le rivage de la mer, nous regardons le soleil qui est près de l'horizon, et qu'au delà de la mer il se présente une langue de terre, derrière laquelle s'étend l'océan, les rayons visuels traversent d'abord la masse d'air placée au-dessus

(1) *De Genesi ad litt.* lib IV, c. 2.
(2) *Ibid.* lib. IV, c. 7.
(3) *Ibid.* lib. IV, c. 33.



de la terre où nous sommes, puis celle placée au-dessus du bras de mer, ensuite celle qui recouvre la langue de terre, puis encore l'air qui est audessus de l'océan, ensuite l'épaisseur de l'atmosphère, et enfin les espaces célestes qui s'étendent jusqu'au soleil. Cependant, malgré ces expressions *d'abord*, *puis*, *ensuite*, dès que nous venons à ouvrir les yeux, la lumière du soleil vient frapper nos regards instantanément, et la vue perce tous ces milieux simultanément, d'un seul coup-d'œil, *uno ictu.* »

« C'est à juste titre que l'apôtre, voulant exprimer la vitesse avec laquelle aura lieu la résurrection, a dit qu'elle se fera dans un clin d'œil, *in ictu oculi*; car il n'y a rien de comparable à la vitesse du clin d'œil dans tous les mouvements des choses corporelles. Que si la vue de l'homme par les yeux de la chair peut agir avec une telle vitesse, que ne pourra point la vue pénétrante, *acies*, de l'esprit, même de l'esprit de l'homme? Que ne pourra point à plus forte raison la vue pénétrante de l'esprit de l'Ange? Que dirons-nous de la vitesse et de la promptitude de la sagesse souveraine de Dieu, qui pénètre partout à cause de sa pureté et que rien de souillé ne peut arrêter? Ainsi, dans les choses qui ont été faites au même instant, personne ne peut voir ce qui est antérieur ou postérieur, si ce n'est dans cette sagesse suprême par laquelle toutes les choses ont été faites à la fois, en même temps et avec ordre (1). »

Le raisonnement qui précède suppose que les rayons de lumière, qui produisent en nous les images des objets, émanent de notre œil pour se porter vers ces objets, et que la lumière se propage instantanément, que sa vitesse est infinie, tandis qu'il est bien démontré que la lumière émane des objets lumineux et que sa propagation n'est pas instantanée, que la lumière du soleil par exemple emploie environ huit minutes pour arriver de cet astre jusqu'à nous. Cependant ces erreurs physiques n'infirment pas le raisonnement lui-même; en effet, quoique la lumière ne se propage pas instantanément et que sa vitesse soit appréciable, lorsqu'on a égard aux espaces célestes, cette vitesse ne laisse pas d'être infinie pour nous dans les phénomènes ordinaires les plus faciles à observer, puisque la lumière nous arrive des objets même les plus éloignés, sur la terre ou dans notre atmosphère, dans un temps inappréciable. D'ailleurs, soit que les rayons visuels émanent des objets, soit qu'ils proviennent de nos organes, la lumière est

(1) *De Genesi ad litt.* lib. IV, c. 34.

toujours le moyen indispensable pour rendre les divers objets sensibles à la vue; c'est par elle que nous acquerons la plupart des connaissances que nous avons des qualités des corps, que nous parvenons à apprécier les merveilles de la nature sensible. La lumière corporelle nous représente donc une image incomplète, mais vraie et réelle de la lumière incréée, de la sagesse de Dieu, du Verbe, qui éclaire nos intelligences et qui peut seule révéler à notre esprit les beautés et les merveilles de l'ordre intellectuel, les œuvres invisibles de sa toute puissance.

Il nous reste maintenant encore à développer l'opinion de St Augustin par rapport à l'état où se trouvaient les divers êtres au moment de la création. Nous avons insinué déjà que, pour tous ces êtres, cet état n'était pas celui qu'ils présentent maintenant. Il est vrai que notre saint docteur semble admettre que dès le premier moment les corps célestes ont été formés d'une manière complète, que la terre présentait dès lors la séparation des eaux et des continents, qu'elle réunissait déjà toutes les conditions requises pour devenir le séjour des êtres vivants et animés, des animaux et des végétaux. Mais ces derniers êtres n'ont pas apparu dans leur état actuel à l'instant même de la création; ils n'ont été produits dans cet état que dans le temps et après la formation complète de la terre et des eaux, du sein desquelles la parole toute puissante du créateur les a fait sortir. Cependant dès le premier moment, la production même de ces êtres était complète et terminée d'une certaine manière, elle l'était par la puissance ineffable de la parole créatrice, elle l'était dans son principe et dans sa cause; parce que la terre et les eaux, en passant du néant à l'être, avaient reçu en même temps le pouvoir d'amener au jour à l'époque fixée les êtres vivants destinés à répandre, dans les airs, dans les abimes des mers et dans tous les coins et recoins de la surface du globe, la vie et le mouvement qui forment le plus bel ornement de la nature.

Notre saint docteur définit lui-même la manière dont les êtres qui n'ont paru que dans le temps ont cependant été créés dès le commencement des temps. Il fait observer (1) que la formation de l'homme et de la femme est rapportée au sixième jour dans le premier chapitre de la Genèse, tandis que d'après le récit du second chapitre il paraîtrait que la femme n'a été formée qu'en dehors des six jours. Il conclut delà que la formation de

(1) *De Genesi ad litt.* lib. VI, c. 5, 6.

l'homme, telle qu'elle est rapportée dans le premier chapitre, n'appartient pas à cette opération de Dieu qui a lieu pendant que se déroulent les siècles, *per volumina sæculorum*, dans le temps, mais bien à la première création des six jours, la création simultanée, tandis que le récit du second chapitre concerne la formation de l'homme dans le temps. Ainsi l'homme a été produit dans le temps d'une manière visible, telle que nous connaissons encore la nature humaine, non cependant par voie de naissance comme les autres hommes; il a été formé, savoir le premier homme, du limon de la terre, la femme d'une des côtes de l'homme. Il était créé dès l'origine du monde par la puissance déposée dès lors comme en germe dans le monde par la parole divine, il l'était d'une manière invisible, causale, comme *en puissance*, de la manière dont se font les choses futures non encore faites : *invisibiliter*, *potentialiter*, *causaliter*, *quomodo fiunt futura non facta.*

Cependant l'Ecriture rapporte aussi au sixième jour les paroles du Créateur : *Faisons l'homme à notre image et à notre ressemblance; et qu'il ait le pouvoir sur les poissons de la mer, sur les oiseaux du ciel, sur les bêtes, sur la terre, et sur tous les reptiles qui se meuvent sur la terre..... Croissez et multipliez-vous, remplissez la terre et dominez sur elle, et ayez le pouvoir sur les poissons de la mer, sur les oiseaux du ciel et sur tous les animaux qui rampent sur la terre..... Je vous ai donné toutes les herbes qui portent leur graine sur la terre et tous les arbres qui renferment en eux-mêmes leur semence, afin qu'ils vous servent de nourriture.* « Mais ces paroles de Dieu, remarque St Augustin, nous ne devons pas les comparer à celles de l'homme, à ces sons corporels qui viennent frapper les oreilles humaines. Dès avant que la voix de l'homme, le cri des animaux ou le bruit de la tempête n'eut retenti dans l'air, déjà se faisait entendre la parole divine dans cette sagesse suprême par laquelle toutes choses ont été faites. C'est cette parole qui déposait dans les choses déjà produites, les causes des choses à produire encore; c'est elle qui faisait les choses futures par son pouvoir tout-puissant; c'est elle qui créait l'homme qui devait être formé en son temps, qui le créait à l'origine et pour ainsi dire dans la racine des temps, alors qu'elle établissait le commencement des siècles, dont l'auteur est avant tous les siècles. En effet, si les créatures sont antérieures les unes aux autres, soit parce que les unes sont la cause des autres, soit parce que les unes ont été produites avant les autres, celui qui a tout fait surpasse infiniment les créatures, parce qu'il est lui-

même l'auteur des causes qui les ont produites, il est antérieur à toutes les créatures de toute son incommensurable éternité (1). »

Les observations précédentes nous permettent de comprendre comment dans la création simultanée le Créateur avait en quelque sorte à la fois et achevé et commencé toutes choses, même celles qui, créées à l'origine du monde et en même temps que le monde, ne devaient cependant se produire que dans la suite des temps. « En effet tout était dès lors achevé en ce sens que, dans la nature des choses et dans tout ce qu'elles manifestent dans la période de leur existence dans le temps, il n'y a rien qui ne soit le résultat des causes établies dès le principe; tout n'était alors que commencé en ce sens que, pour bien des êtres, il n'existait encore que les causes elles-mêmes, que les germes en quelque sorte, germes cachés alors et invisibles, qui ne devaient se produire au dehors, chacun à la place qui lui convient, que dans la succession des temps. Tout était achevé en ce sens que la perfection de la première œuvre du Créateur était telle qu'il ne lui restait plus dans la suite des siècles rien à produire qu'il n'eut créé déjà dans l'ordre des causes; tout était en même temps commencé en ce sens que ce qu'il avait préétabli dans les causes devait se réaliser dans la suite par les effets (2). »

Quoique St Augustin admette que tous les êtres, qui ne se sont produits que dans la suite des temps, et l'homme lui-même, avaient été cependant créés dès l'origine, et que la formation complète de ces êtres n'est ainsi que la manifestation au dehors, le développement en quelque sorte des causes préexistantes dès l'origine du monde et déposées d'une manière incorporelle dans le monde corporel, *ipsæ numerosæ rationes incorporaliter corporeis rebus intextæ*, cependant cette opinion de notre saint docteur ne laisse pas de s'éloigner entièrement de celle du développement *spontané* des systèmes panthéistiques; il la contredit de la manière la plus formelle. Car il n'admet pas seulement la création originaire telle que les philosophes chrétiens l'ont toujours expliquée; mais il professe encore expressément l'opération, l'action immédiate du créateur dans le développement et la conservation de tous les êtres. Ainsi il réfute lui-même l'opinion de ceux qui prétendent que Dieu a créé le monde à l'origine, mais que tout ce qui se fait depuis dans le monde est fait par le monde lui-même de la manière que Dieu a établie et ordonnée,

(1) *De Genesi ad litt.* lib. VI, c. 8.
(2) *Ibid.* lib. VI, c. 11.

sans que Dieu continue d'opérer par lui-même; il prouve par l'autorité de l'Ecriture que cette opération incessante du Créateur a lieu même dans l'état actuel, dans les phénomènes que nous voyons s'accomplir sous nos yeux et conformément aux lois de la nature, telles que la germination et le développement des végétaux (1). De plus, il enseigne que cette opération de la Divinité est absolument nécessaire pour la conservation des êtres. « C'est, dit-il (2), la puissance du Créateur, c'est la force infinie de celui qui peut tout et qui maintient tout, c'est elle qui fait *subsister* toutes les créatures; à tel point que, si cette force cessait un seul instant d'agir sur les êtres qu'elle a créés, il arriverait nécessairement que toutes les qualités et les propriétés des êtres seraient détruites et que la nature entière retomberait dans le néant. Car nous ne devons pas assimiler l'œuvre de Dieu à celle de l'architecte qui bâtit un édifice. Dès que l'édifice est achevé, l'architecte a rempli sa tâche, il peut se retirer, son œuvre subsiste par elle-même. Mais si Dieu cessait de gouverner son œuvre, s'il lui retirait sa divine opération, le monde ne pourrait continuer d'exister un seul instant. »

Cependant l'Ecriture dit aussi que Dieu se reposa le septième jour de toutes les œuvres qu'il avait achevées. Mais ce repos de Dieu qui persévère dans la suite des temps, nous est proposé uniquement pour nous faire comprendre que Dieu cessa alors de créer de nouvelles espèces de créatures. « Ce serait, dit St Augustin (3), contredire l'Ecriture que de prétendre que Dieu établit maintenant une créature tout-à-fait nouvelle, c'est-à-dire, dont l'espèce n'aurait pas été créée dès l'origine du monde et déposée d'une certaine manière dans le monde lui-même. Ainsi depuis l'instant de la première création, Dieu se repose, en ce sens qu'il ne crée plus rien de nouveau, et en même temps il opère sans cesse, parce qu'il maintient, qu'il dirige et qu'il anime, par un acte de son gouvernement suprême, les créatures qu'il a faites toutes à la fois dans ce premier instant. »

Afin de compléter cet exposé de la doctrine de St Augustin sur l'œuvre des six jours, nous croyons devoir indiquer encore sommairement les autres interprétations rapportées par notre saint docteur sur les principaux points du récit de l'Ecriture que nous avons déjà expliqués d'après lui. La plupart

(1) *De Genesi ad litt.* lib. V, c. 20.
(2) *Ibid.* lib. IV, c. 12.
(3) *Ibid.* lib. V, c. 20.

de ces interprétations, il les propose sous forme d'interrogation et souvent sans se prononcer sur la valeur qu'il y attache lui-même. C'est ainsi qu'il demande (1) si le premier verset : *au commencement Dieu créa le ciel et la terre,* ne serait pas le récit abrégé de la création de tous les êtres de l'univers, compris sous la dénomination générale du ciel et de la terre, récit dont les versets suivants seraient alors le développement et l'explication détaillée. Il demande encore (2) si, par ces mots *le ciel et la terre,* l'auteur sacré n'a pas voulu désigner toutes les créatures spirituelles et corporelles, ou bien si, passant sous silence la création des premières, il a voulu marquer seulement par ces mots les créatures corporelles supérieures et inférieures ; ou bien encore si par *le ciel* il faut entendre la création spirituelle parfaite et toujours bienheureuse depuis le moment de la création, et par *la terre* la matière corporelle encore imparfaite. Il propose enfin (3) l'opinion que nous avons rapportée antérieurement et qu'il développe lui-même dans la suite de ses explications.

Quant à ce qui regarde les six jours de la création, St Augustin reconnait qu'il est très difficile ou même impossible de se représenter et à plus forte raison d'énoncer la nature de ces jours (4). Il examine cependant lui-même si la lumière créée le premier jour n'était pas une lumière corporelle qui aurait produit la succession du jour et de la nuit, soit par ses révolutions dans l'espace, soit par les variations qu'elle présentait dans son intensité ; il demande si cette lumière n'a pas existé dans les régions du monde dérobées à nos regards, ou bien si le soleil n'a pas été formé de cette lumière primitive (5). Cependant il oppose à ces diverses opinions, qui admettent une lumière corporelle et ainsi des jours temporels, il leur oppose les difficultés que nous avons déjà indiquées précédemment ; il fait remarquer encore que, si les six jours étaient des jours analogues aux nôtres, la même raison existerait aussi pour le septième, qui devrait avoir aussi son soir et son matin, tandis que l'Ecriture ne fait pas mention du soir qui devrait terminer ce jour et du matin qui devrait suivre la nuit de ce jour (6). Il conclut de là

(1) *De Genesi ad litt.* lib. I, c. 3.
(2) *Ibid.*, lib. I, c. 1.
(3) *Ibid.* lib. I, c. 1, 14, 15 ; lib. V, c. 5.
(4) *De civitate Dei*, lib. XI, c. 6 ; *Retractationum*, lib. II, c.24.
(5) *De civit. Dei*, lib. XI, c. 7 ; *De Genesi ad litt.* lib. I, c. 11, 16.
(6) *De Genesi ad litt.* lib. IV, c. 18.

qu'il est plus probable, *unde probabilius est*, que les jours de la Genèse, quoique désignés par les mêmes noms que nos jours ordinaires produits par les vicissitudes et la succession de la lumière et des ténèbres, sont cependant différents de ces derniers, et que la nature des jours génésiaques consiste dans la manière dont les divers êtres se sont produits, manière qui nous est inconnue et qui se dérobe à nos observations. Mais alors même on peut se demander ce qui constitue proprement les jours de la Genèse. St Augustin propose lui-même plusieurs opinions différentes à cet égard. Il insinue que la distinction des jours assignés aux diverses productions peut se rapporter simplement à l'ordre et à la distinction de ces productions elles-mêmes, en sorte que le soir désigne la fin de la production d'une créature et le matin le commencement de celle d'une autre (1). Il demande encore si pour chacune de ces productions le *jour* ne consiste pas en ce que la créature nons est représentée dans un état complet, *formée* et accomplie, tandis que la nuit se rapporterait à la représentation de la même créature dans un état incomplet et non achevé, soit que l'on veuille s'attacher à considérer la *matière* de la créature, dénuée de qualités et sans *forme*, soit que l'on considère la propriété inhérente à toute créature de perdre les qualités qu'elle possède dans son état parfait (2). Mais ces diverses opinions, St Augustin ne fait que les indiquer en quelque sorte en passant, tandis qu'il explique dans le plus grand détail et qu'il reproduit souvent dans la suite l'explication à laquelle nous nous sommes attachés principalement dans notre exposé.

Cependant nous sommes bien éloignés de vouloir présenter ici une explication quelconque, comme si cette explication devait l'emporter exclusivement sur toutes les autres. Ce serait là nous écarter de la grande règle tracée par le saint docteur que nous sommes heureux de prendre pour guide, et qui se prononce à cet égard de la manière la plus formelle. « J'ai moi-même, dit-il (3), expliqué autant que possible le livre de la Genèse de différentes manières; j'ai rapporté sur ce sujet plusieurs opinions, sans affirmer témérairement l'une d'entr'elles à l'exclusion d'une autre qui serait peut-être préférable, afin de laisser choisir à tout le monde celle qui lui parait la plus facile à saisir, qui est la plus appropiée à son intelligence. » On dira peut-être :

(1) *De Genesi ad litt.* lib. I, c. 17; lib. IV, c. 18.
(2) *Ibid.* lib. II, c. 14; lib. IV, c. 1.
(3) *Ibid.* lib. I, c. 20.

Mais à quoi sert-il de rapporter ainsi toutes ces opinions différentes, si l'on ne peut pas après cela affirmer l'une d'entr'elles avec une certitude entière, si les questions qu'on voulait éclaircir ne laissent pas de rester encore enveloppées d'obscurité sur bien des points? « Il en résulte, dit St Augustin (1), ce grand avantage, que nous ne sommes pas embarrassés de répondre selon la foi à ceux qui affectent de calomnier les livres de notre salut, et que nous pouvons démontrer que toutes les connaissances qu'ils ont acquises sur la nature des choses et qui sont fondées sur des preuves certaines et évidentes, ne sont pas contraires à l'Ecriture; et que, pour ce qui concerne les opinions consignées dans leurs ouvrages et qui seraient contraires à la foi catholique, nous croyons avec raison qu'elles sont fausses, quand même l'erreur ne serait pas démontrée d'une manière purement rationnelle. Nous devons par conséquent nous attacher à la doctrine de notre divin Médiateur, de telle manière que nous ne nous laissions ni égarer par les raisonnements verbeux d'une fausse philosophie, ni effrayer par les opinions exagérées d'une fausse piété. Parmi les explications diverses dont le texte de l'Ecriture est susceptible, nous devons choisir avant tout celle que nous reconnaissons d'une manière certaine pour avoir été le sens de l'auteur sacré, ou bien celle qui est indiquée par l'ensemble du texte, si le sens de l'auteur ne peut être exactement déterminé, ou enfin une explication qui soit conforme à la foi. Car autre chose est ne pas distinguer le sens de l'auteur, autre chose est s'écarter de la règle prescrite au vrai fidèle. Si d'un côté, pour retirer de notre étude tont le fruit possible, il faut savoir éviter ces deux inconvénients; d'un autre côté aussi, lors même que le sens de l'auteur resterait encore dans l'incertitude, il ne sera pas inutile d'avoir trouvé une explication conforme à la foi. »

Les observations de St Augustin, que nous venons de présenter en dernier lieu, justifieront encore les détails dans lesquels nous sommes entrés pour exposer sa doctrine relativement à l'œuvre des six jours. L'interprétation que nous avons développée ne nous paraît pas seulement, sous le point de vue métaphysique, la conception la plus sublime de l'œuvre du Créateur; elle se concilie encore de la manière la plus parfaite avec les résultats obtenus par les travaux de la science moderne sur l'histoire primitive de notre globe. C'est ce que nous espérons de montrer dans la partie suivante.

(1) *De Genesi ad litt.* lib. I, c. 21.

IV.

Des théories scientifiques sur la formation de la terre.

I. Nous avons rapporté, dans les deux dernières parties de notre exposé, le récit de l'Ecriture par rapport à la création de l'univers et à la formation des diverses parties qui le composent; nous avons présenté ensuite les diverses interprétations que St Augustin a données du récit du texte sacré. Nous tâcherons maintenant d'exposer également les données de la science pour arriver à la solution des questions principales qui se rattachent à l'origine des divers êtres et les conclusions qu'on en a déduites.

Quand nous portons notre attention sur les objets qui nous environnent et sur les changements qui s'opèrent tous les jours sous nos yeux dans le vaste champ de la nature entière, nous ne tardons pas de découvrir que tous ces changements, quelqu'étonnants qu'ils nous apparaissent au premier abord, ne laissent pas d'être compris dans des limites fixes et constantes, qu'ils sont subordonnés à des conditions que nous pouvons déterminer nous mêmes jusqu'à un certain point; lors même que nous voyons quelques êtres qui n'apparaissent que pour quelque temps, pour disparaître ensuite et pour laisser la place à d'autres, nous reconnaissons encore que cette succession s'opère d'une manière constante et uniforme.

On peut donc se demander si cet ordre admirable que nous observons dans la nature, n'a pas existé toujours le même depuis la première apparition des êtres, si ces derniers n'existaient pas dès lors dans les conditions qu'ils présentent encore actuellement, ou bien, si la marche graduelle que la nature observe de nos jours dans le développement des êtres individuels, elle ne l'aurait pas suivie également dans la production et le développement de l'ensemble des êtres qui la composent; enfin on peut se demander si l'existence des êtres, soit dans leur état actuel, soit dans un état différent de ce dernier, a eu un commencement, ou bien, si ces êtres ont toujours existé, s'ils existent de toute éternité? Quant à cette dernière question, celle de l'existence éternelle des êtres, nous avons rapporté déjà la solution que la parole divine nous donne à cet égard; nous avons exposé la doctrine de St Augustin et de tous les philosophes chrétiens avec lui, sur l'origine de toutes choses, origine inexplicable par les données seules de la science humaine, due à un acte libre de l'Être infiniment puissant et sage, qui maintient et dirige en-

core la nature entière et dont cet acte même, par lequel il appelle du néant à l'être tout ce qui existe, est désigné par le nom de *création*.

Ainsi tout ce qui existe dans la nature a eu un commencement. Il n'existe de toute éternité qu'un seul Être, *Celui qui est* éternellement et immuablement le même, Être infini, possédant en lui le principe de son propre être et la raison première et la fin dernière de tout ce qui existe hors de lui. C'est par lui que toutes choses ont été faites et qu'elles l'ont été de la manière qu'il a voulue et établie lui-même. Mais si tous les êtres ont commencé d'exister, ont-ils tous existé, dès le moment de la création, dans l'état où nous les voyons encore de nos jours, ou bien existait-il alors d'autres êtres différents de ceux qui existent actuellement, et l'origine de ces derniers ne remonterait-elle ainsi qu'à une époque comparativement plus récente dans l'histoire du monde; et dans ce dernier cas, quel a été l'état des êtres créés au commencement, quels ont été les changements qu'ils ont éprouvés successivement depuis leur première existence; à quelle époque et de quelle manière ces changements se sont-ils effectués? Telles sont les questions que la science moderne s'est posées et dont nous allons nous occuper.

On dira peut-être que l'Ecriture, en nous rapportant en détail les créations des six jours de la Genèse, a levé tous les doutes à cet égard, et qu'il serait téméraire de chercher encore dans les sciences humaines des explications nouvelles sur les changements qui se sont accomplis successivement dans la formation de ce vaste univers, après que la parole divine elle-même nous a suffisamment instruits sur ce sujet. Nous nous bornerons à répondre, en nous appuyant de l'autorité de St Augustin et des autres SS. Pères, que le sens des paroles de la Genèse n'est pas entièrement déterminé. Nous avons vu les explications différentes qu'il propose lui-même sur ce sujet, nous remarquerons encore que les autres SS. Pères ont aussi interprété le texte sacré de différentes manières, sans que l'Eglise, qui a reçu de son divin fondateur la mission de décider, par son autorité suprême, du sens véritable de l'Ecriture, ait jamais prononcé un jugement définitif à cet égard. Il serait sans doute absurde et téméraire de vouloir imposer des bornes à la toute-puissance du Créateur, de vouloir limiter sa divine opération à l'emploi de ces agents naturels que nous voyons opérer sous nos yeux et qui nous sont pour cela mieux connus; mais nous croyons, et ici encore nous nous appuyons de l'autorité de St Augustin, nous croyons que nous pouvons rechercher, d'après les observations scientifiques sur l'état actuel de la

nature, quel doit avoir été cet état aux époques antérieures; nous croyons que, dans cette recherche, nous pouvons invoquer les causes secondes, les lois de la nature que nous observons de nos jours, sans devoir recourir à une opération miraculeuse en dehors de ces lois, toutes les fois que les lois connues actuellement peuvent nous éclairer sur cette question.

Ecoutons le témoignage de notre grand docteur par rapport au principe d'interprétation que nous venons de proposer. Il se demande si, par le firmament dont la création est rapportée au second jour de la Genèse, il faut entendre le ciel qui s'étend au-delà des airs et qui était destiné à recevoir le soleil, la lune et les étoiles, ou bien, si le firmament ne désigne pas l'air atmosphérique qui recouvre la terre, puisque d'ailleurs l'Ecriture se sert souvent des expressions de firmament et même de ciel pour désigner cet air. Après avoir rapporté l'opinion de ceux qui soutenaient qu'il ne peut y avoir des eaux au-dessus du ciel étoilé, parce que, en vertu de la pesanteur qui leur est propre, les eaux se trouvent naturellement soit courantes à la surface de la terre, soit répandues à l'état de vapeurs dans les régions inférieures de l'air, il ajoute que d'autres avaient répondu que ce qui n'avait pas lieu naturellement pouvait cependant avoir été réalisé par la toute puissance divine; mais il remarque immédiatement que cette réponse ne suffit pas pour renverser les raisons alléguées en premier lieu. « Car, dit-il, il s'agit ici de rechercher quelle est la nature même des êtres créés par le Tout-Puissant, conformément au langage de l'Ecriture, et non point d'examiner quels sont les miracles qu'il voudrait produire pour signaler sa toute-puissance, soit dans ces êtres, soit par leur entremise (1). »

Il indique ensuite les raisons qui militent en faveur de l'opinion qui suppose que, dans le texte, le firmament désigne l'air qui sépare les eaux plus denses de la surface de la terre d'avec d'autres eaux contenues à l'état de vapeurs dans les régions élevées de l'atmosphère; il fait remarquer que ces vapeurs peuvent fort bien être désignées sous le nom d'eaux supérieures, puisque c'est la condensation de ces vapeurs qui forme d'abord les nuages et qui produit ensuite la pluie, lorsque les parties qui les composent, venant à se réunir d'une manière plus intime, deviennent plus pesantes que l'air

(1) Nunc enim quemadmodum Deus instituerit naturas rerum, secundum scripturas ejus nos convenit quærere; non quid in eis vel ex eis ad miraculum potentiæ suæ velit operari. *De Genesi ad litt.* lib. II, c. 1.

qui les soutenait auparavant. Il donne les plus grands éloges à ceux qui avaient avancé cette opinion; il ajoute que cette opinion n'est pas contraire à la foi, et qu'on peut l'admettre d'après les preuves alléguées. Il est vrai qu'il avance aussi, sans la rejeter, l'opinion qui admet des eaux supérieures au-dessus du ciel; mais les raisons qu'il apporte en faveur de cette opinion sont encore empruntées des connaissances physiques et astronomiques de son époque.

II. En suivant les principes posés par St Augustin lui-même, nous pourrons donc consulter les annales de notre globe, en examinant les monuments que la nature elle-même a répandus partout à sa surface; nous pourrons, en considérant les divers changements qui s'accomplissent encore sous nos yeux, tâcher d'abord de remonter à l'origine même de ces changements et de déterminer ainsi l'époque à laquelle l'état de la terre a commencé de subir les diverses modifications dont nous voyons les effets se continuer de nos jours.

Quelqu'étonnant que paraisse le résultat que nous venons d'indiquer aux personnes peu familiarisées avec la connaissance des divers changements qui s'opèrent de nos jours même dans la configuration de la surface de la terre, nous pensons qu'il suffira de quelques observations générales pour démontrer la possibilité d'arriver à une telle détermination.

Ce serait une grave erreur que de supposer que la terre est arrivée à un état de stabilité tel que les diverses parties qui composent sa surface se conservent constamment et uniformément les mêmes, qu'il ne puisse plus s'y manifester des changements capables de modifier, quelquefois d'une manière très sensible, l'étendue relative des eaux et des terres fermes et la forme de ces dernières. Tout le monde sait que la marche des phénomènes naturels, habituellement si paisible et si régulière, présente de temps en temps des variations plus ou moins brusques, dont les effets sont quelquefois si désastreux et si terribles pour ceux qui en sont les témoins ou les victimes; tout le monde connait les ravages causés par les inondations de la mer ou des fleuves, par les tremblements de terre, les explosions des volcans; tout le monde sait que, par suite de ces terribles catastrophes, des portions de pays très considérables ont été plus d'une fois englouties sous les eaux; que, pendant les tremblements de terre, il est arrivé fréquemment que des sources se sont taries, que le sol s'est crevassé et affaissé; que, pendant les explosions des volcans, des villes entières ont été ensevelies sous les laves

échappées du cratère de ces montagnes, ou bien sous les cendres qu'elles projettent à de grandes distances. Les causes qui amènent ces catastrophes ne sont également que le résultat des lois générales de la nature; mais il faut, pour qu'elles manifestent les effets que nous venons de signaler, un concours de circonstances qui ne se présente heureusement qu'à des intervalles plus ou moins éloignés. Cependant il est d'autres causes qui concourent également à modifier la surface du globe, et dont l'action, quoique lente et insensible en apparence, ne laisse pas de produire à la longue des changements remarquables. Telle est l'action que l'air et les eaux atmosphériques exercent sur les roches même les plus dures, et qui détermine, sur les sommets escarpés des hautes montagnes, la dégradation des masses qui les composent et les éboulements qui en résultent; telle est l'action que déterminent les eaux courantes à la surface du sol, soit en dégradant le lit et les bords qui les renferment, soit en y accumulant les débris des matériaux qu'elles ont entraînés dans leur course; telle est encore l'action des eaux de la mer qui sapent le pied des côtes élevées, pour y former des falaises, et qui rejettent sur les côtes basses les monticules de sable ou les dunes, qui tendent ainsi à rentrer dans l'intérieur des terres.

Nous ne pouvons développer ici les effets produits par ces diverses causes en particulier. Nous nous bornerons à rappeler en passant que les attérissements, c'est-à-dire, les dépots formés par les eaux de la mer et des fleuves sont assez puissants pour que plusieurs villes, qui étaient des ports de mer très-florissants il n'y a que quelques cents ans, en soient maintenant éloignées de plusieurs lieues; que le lit de certains fleuves, tels que le Rhin, le Po et l'Arno s'élève encore tous les ans au point que la surface des eaux dépasse les toits des habitations situées près des digues qui contiennent les eaux et qu'on est obligé d'exhausser continuellement. Nous ajouterons encore que, sur quelques côtes et notamment dans le golfe de Gascogne, les dunes s'avancent vers l'intérieur, envahissant tout ce qu'elles rencontrent, avec une rapidité effrayante qu'on a estimée, d'après des observations exactes, à soixante pieds et dans certains points à soixante-douze pieds par an.

Les observations que nous venons de présenter nous permettent maintenant de faire comprendre comment on a pu déterminer l'époque à laquelle la terre a commencé de se trouver dans l'état qu'elle présente aujourd'hui. On conçoit en effet que les dégradations qu'elle éprouve encore de nos

jours par les diverses causes que nous avons signalées, ont pu être observées avec facilité, qu'on a pu déterminer l'étendue des changements produits par chacune d'elles dans un temps donné, en comparant les observations faites à des époques différentes, et par conséquent préciser l'époque à laquelle les dégradations elles-mêmes ont commencé. Ainsi, par exemple, les débris résultant des éboulements forment, aux pieds des escarpements des montagnes, des amas plus ou moins élevés, selon que les chutes de débris sont plus ou moins abondantes. Ces dégradations ayant dû se manifester depuis que les montagnes existent dans leur état actuel, il faut que la masse des éboulements d'une montagne atteigne une hauteur d'autant plus grande que la montagne elle-même est plus ancienne. On peut même déterminer directement quelle est la quantité dont cette élévation augmente dans une période donnée. Ces éboulements constituent ainsi une espèce de chronomètre naturel qui nous permet de mesurer le temps depuis lequel la montagne existe. La marche des attérissements fluviatiles et marins et celle des dunes sont encore autant de chronomètres qui permettent de préciser l'époque à laquelle les fleuves ont pris leur cours actuel, et à laquelle les eaux de la mer ont commencé de battre les côtes qu'elles baignent encore de nos jours.

Or le résultat de toutes ces observations sur les diverses causes qui modifient l'état de la surface du globe, c'est que ces causes n'ont commencé d'agir qu'à une époque qui n'est pas indéfiniment reculée, et par conséquent que l'état actuel de la terre elle-même ne remonte pas au-delà d'une telle époque.

Ce résultat est d'autant plus remarquable qu'il s'accorde parfaitement avec celui que nous fournissent les traditions et les annales des peuples. « Partout, remarque Cuvier, l'homme nous parle comme la nature, soit que nous consultions les vraies traditions des peuples, soit que nous examinions leur état moral et politique et le développement intellectuel qu'ils avaient atteint au moment où commencent leurs monuments authentiques (1). »

Ainsi et les observations naturelles et les recherches faites sur l'origine des peuples, tout conspire à nous démontrer le peu d'ancienneté de l'état actuel de notre globe; tout confirme la vérité du livre même où l'auteur inspiré a consigné, il y a plus de 3,000 ans, l'histoire des premiers âges

(1) G. Cuvier, *Discours sur les révolutions de la surface du globe*. Paris, 1830, p. 170. On trouve dans cet ouvrage le développement des diverses preuves physiques et historiques que nous n'avons pu qu'indiquer.

du monde et qu'une science présomptueuse avait prétendu convaincre de fausseté.

III. Cependant, si nous avons pu, en prenant pour guide la nature elle-même, remonter à l'époque où la terre a commencé de se trouver dans son état actuel, ne pouvons-nous pas remonter encore plus haut dans ces recherches; si nous avons pu déterminer les changements que sa surface a éprouvés depuis cette époque, ne pourrons-nous pas aussi déterminer les changements qu'elle aurait éprouvés à des époques antérieures? C'est ici que nous voudrions pouvoir exposer d'une manière complète le résultat des diverses observations de la science relativement à la composition minéralogique, à la forme et à l'étendue des diverses masses minérales qui composent l'écorce de la terre, et à la position qu'elles occupent les unes par rapport aux autres. Tantôt parcourant avec le géologue les pays de montagnes, examinant la manière dont elles sont distribuées sur la surface du globe et réunies et disposées entr'elles, observant, à la faveur des déchirements qu'elles ont éprouvés, les matériaux dont elles sont formées et qui se présentent à découvert sur leurs flancs, tantôt descendant avec lui dans les entrailles de la terre jusqu'aux plus grandes profondeurs qu'il est donné d'atteindre à l'homme, nous voudrions pouvoir donner au moins un aperçu exact de la diversité des masses minérales, des diverses circonstances de leur manière d'être actuelle et des changements qu'elles doivent avoir éprouvés pour arriver à cet état et dont nous retrouvons partout des preuves irrécusables.

Mais un tel exposé nous entraînerait beaucoup au-delà des bornes que nous devons nous imposer, nous nous contenterons donc de quelques observations générales sur la composition minéralogique et sur la position relative des masses minérales. Nous espérons que ces observations serviront au moins à faire comprendre en partie les résultats principaux que nous devons constater.

En considérant les masses minérales ou roches qui composent la partie de la surface de notre globe qui est accessible à nos recherches, eu égard à leur composition, on peut les rapporter à quelques grandes divisions générales. Les unes se présentent en masses divisées régulièrement, ayant une forme plate très-étendue en longueur et largeur mais d'une épaisseur peu considérable, offrant l'image de grands bancs, lits ou couches superposées les unes aux autres; elles sont formées généralement de roches calcaires, de sable, d'argile et de marne, et elles renferment des coquilles et d'autres débris

d'animaux et de matières végétales. On retrouve encore parmi ces couches, à diverses hauteurs au-dessus de la surface de la terre, à diverses profondeurs au-dessous de cette surface et souvent loin de toute mer, de tout lac ou de toute rivière, des lits de cailloux roulés, composés de fragments de diverses roches mêlés ensemble. Plusieurs de ces couches présentent une identité parfaite avec les dépots qui se forment encore de nos jours sur les bords de la mer ou sur le trajet des eaux courantes, quand les matières tenues d'abord en suspension par les eaux en mouvement viennent à se précipiter au moment où ce mouvement se ralentit. Les roches qui appartiennent à cette division ont été désignées sous le nom de *roches sédimentaires*, ou *roches stratifiées fossilifères*.

La seconde division comprend des roches très différentes des premières, tant par la composition minéralogique que par la structure. Elles se composent d'un petit nombre de substances minérales, qu'on ne trouve pas dans les roches précédentes, associées entre elles; et ces substances qui composent par leur réunion la masse totale, au lieu d'être agrégées dans un état amorphe, présentent des formes plus ou moins régulières; elles sont cristallisées. Les roches elles-mêmes, au lieu de se séparer en couches distinctes les unes des autres, offrent généralement des masses d'un volume considérable, sans stratification distincte; elles ne renferment pas non plus les êtres organisés répandus en si grande quantité dans celles de la première division. On les a nommées *roches de cristallisation*, *roches non stratifiées*.

Il est encore des masses minérales qui participent à la fois de la nature des deux divisions précédentes. Elles sont, comme les dernières, dépourvues de corps organisés; elles s'en rapprochent également et par la composition minéralogique et par la structure; mais elles présentent une stratification qui est tout aussi distincte que dans les roches de la première division. On leur a donné le nom de *roches stratifiées non fossilifères*.

Si nous avons égard à la manière dont les diverses roches sont placées les unes par rapport aux autres, nous reconnaîtrons d'abord que les roches de cristallisation sont généralement placées au-dessous de toutes les autres. Elles forment les cimes les plus élevées de la plupart des montagnes; elles s'enfoncent sous les roches sédimentaires qu'on voit fréquemment placées sur elles sur les flancs des montagnes et dans les plaines voisines; et, lors même que cette superposition ne peut être observée directement à cause de

la profondeur trop considérable des roches sédimentaires, tout porte à croire que c'est encore sur les masses minérales cristallines que ces dernières roches se sont déposées.

La position relative des roches stratifiées elles-mêmes présente aussi des modifications très différentes. Tantôt les couches superposées appartiennent à la même substance minérale sur une profondeur très-grande, tantôt la composition minéralogique est variable pour des profondeurs plus faibles. En examinant l'ensemble des couches dans une même localité, on remarque généralement qu'il y en a plusieurs qui se trouvent habituellement ensemble, qui alternent entr'elles, engrènent en quelque sorte les unes dans les autres, et présentent ainsi des systèmes bien distincts, qui semblent formés sans interruption d'une même manière et à une même époque. Ces systèmes ou groupes constituent les différents *dépots*, *terrains* ou *formations* de la géognosie.

Les couches d'un même système offrent quelquefois des surfaces planes, parallèles entr'elles et à l'horizon ; d'autres fois les plans qu'elles déterminent sont tous inclinés à l'horizon sous divers angles; souvent encore les surfaces planes des couches, au lieu de se prolonger à de grandes distances, sont interrompues, et la continuation d'une même couche offre alors des plis plus ou moins nombreux, comme on en rencontre fréquemment dans les couches de houille et celles des roches qui les accompagnent.

Il arrive aussi que les couches ne présentent plus des surfaces planes, mais bien des surfaces courbes, dont la partie convexe est dirigée tantôt vers le ciel, tantôt vers l'intérieur du globe. La direction de la courbure est quelquefois uniforme sur une grande étendue, d'autres fois elle varie dans une même couche pour une étendue très peu considérable, et les couches elles-mêmes sont alors comme ondulées à leur surface.

Si l'on vient à comparer ensuite l'arrangement des couches successives, la *stratification* , dans les divers systèmes superposés les uns aux autres, on trouvera encore que cette stratification est tantôt concordante, c'est-à-dire, la même pour tous ces systèmes, et tantôt discordante ou variable d'un système à un autre qui le précède ou qui le suit. Ainsi, dans le voisinage d'une montagne, on rencontre fréquemment des systèmes de couches relevées de manière à suivre tous les contours des flancs de la montagne elle-même, et d'autres couches appartenant à un système différent reposant horizontalement sur les premières.

Ces observations suffiraient déjà pour prouver que les roches sédimentaires n'ont pas été déposées toutes en même temps et de la même manière ; mais qu'elles ont été formées successivement dans des circonstances différentes et que plusieurs d'entr'elles ont éprouvé depuis leur première formation des changements considérables. Les remarques que nous allons présenter encore achèveront de démontrer complètement cette conclusion.

Nous avons indiqué précédemment l'analogie des roches sédimentaires avec les dépôts qui se forment encore tous les jours sur les bords de la mer, ou bien sur le lit et sur les bords qui renferment les eaux courantes à la surface du globe. L'état d'aggrégation et la dureté de quelques-unes des premières roches ne suffit pas pour infirmer cette supposition, depuis qu'on a reconnu, sur les plages de la Méditerranée et de l'Océan, plusieurs exemples de roches qui se forment journellement à l'aide de la précipitation du carbonate de chaux que les eaux tiennent en solution, et que d'ailleurs les dépôts formés de nos jours par quelques eaux minérales sont tellement identiques à ceux qui se sont formés à des époques reculées qu'il devient souvent difficile de les distinguer de ces derniers. La formation si remarquable des îles madréporiques dans les mers du Sud ne peut laisser aucun doute que des roches semblables à celles qui composent ces îles, et qu'on retrouve dans les terrains anciens, n'aient dû leur origine à un mode analogue de formation. La présence de cailloux roulés, formés évidemment des débris de roches préexistantes, qui ont été ballotés et déposés par les eaux, et que l'on retrouve au milieu des roches sédimentaires dans des positions où ni les mers actuelles, ni même aucune eau courante de nos jours ne saurait les avoir amenées, tout cela nous démontre que nos continents actuels ont été autrefois recouverts par les eaux, et les différences que présentent les divers systèmes de ces roches accusent également des différences correspondantes pour l'époque et le mode même de cette formation.

IV. Parmi les divers éléments qui peuvent servir à nous faire connaître l'état de la surface du globe aux diverses époques antérieures à l'existence de l'homme, l'un des plus importants, c'est l'étude des fossiles, c'est-à-dire, des corps organisés dont nous retrouvons les débris dans les diverses couches minérales. La présence de ces fossiles, surtout celle de coquilles marines, dans l'intérieur des continents n'avait pas échappé à l'observation des savants de l'antiquité. Quelques-uns d'entr'eux en avaient même conclu que la forme de la surface terrestre était sujette à un changement perpétuel

tantôt des terres en eaux, tantôt des mers en terres. Cependant l'opinion la plus commune regardait les empreintes d'animaux trouvés sur les pierres, et les coquillages trouvés dans la terre, comme des formations accidentelles, de simples jeux de la nature. Vers la fin du 16e siècle, Bernard de Palissy avança que les coquilles fossiles étaient de véritables coquilles déposées autrefois par la mer dans les lieux où elles se trouvaient alors, que c'était bien des animaux qui avaient donné aux pierres figurées toutes leurs différentes figures; mais ces idées, renouvelées depuis et confirmées par les observations des Sténon, Owen, Lister, Lazaro Morro, etc., ne furent admises généralement qu'à une époque beaucoup plus rapprochée de nous.

Cependant il restait encore à déterminer la nature de ces animaux remarquables, dont les débris de taille considérable avaient quelquefois été signalés comme preuves de l'existence de races de géants qui auraient vécu autrefois sur la terre. La solution de ce problème qui exigeait une connaissance approfondie de la structure des animaux actuels, des rapports et des différences que présente cette structure dans les diverses espèces, les genres, les familles et les classes du règne animal, ne fut entreprise qu'en 1762 par Daubenton.

En 1769, Pallas publia son premier mémoire sur les ossements fossiles de la Sibérie. On n'y put voir sans étonnement la démonstration de ce fait que l'éléphant, le rhinocéros, l'hippopotame, tous animaux qui ne vivent actuellement que sous la zone torride, avaient habité autrefois les contrées les plus septentrionales de nos continents. Il annonça plus tard un fait non moins remarquable d'un rhinocéros trouvé tout entier dans la terre gelée avec sa peau et sa chair, fait qui s'est renouvelé depuis dans un éléphant découvert en 1806 sur les bords de la mer glaciale et si bien conservé que les chiens et les ours ont pu en dévorer et s'en disputer les chairs. L'éveil une fois donné par Pallas, on trouva bientôt de ces dépouilles des animaux du midi non seulement dans les pays du nord, mais dans tous les pays de l'ancien comme du nouveau monde.

En comparant avec soin la structure des animaux fossiles avec ceux que nous connaissons actuellement sur notre globe, on ne tarda pas de reconnaître que plusieurs des premiers, quoique présentant une analogie plus ou moins grande avec les espèces vivantes, ne laissaient pas d'offrir en même temps des différences telles qu'il était impossible de les rapporter à aucune des espèces connues. Aussi dès 1787, Camper énonça-t-il hautement, en

l'appuyant sur des faits positifs, l'opinion que certaines espèces auraient été détruites par les catastrophes du globe.

Cette assertion fut démontrée ensuite de la manière la plus complète par Georges Cuvier en ce qui concerne l'éléphant, le rhinocéros, l'ours et le cerf fossiles, qui sont tous des espèces distinctes des espèces vivantes, des espèces perdues. C'est aux découvertes immortelles de cet illustre savant que la paléontologie, ou la connaissance des fossiles, est en grande partie redevable des progrès étonnants qu'elle a faits depuis lors, et qu'elle a fait faire à la géologie elle-même.

Appliquant à la détermination des animaux fossiles, les résultats que ses recherches infatigables et la puissance de son génie lui avaient déjà fait obtenir dans l'étude des animaux vivants, Cuvier s'efforça de recomposer, à l'aide des débris épars que la terre recèle dans son sein, les êtres si nombreux et si variés qui ont vécu à sa surface aux époques antérieures. Le principe qui a présidé à la reconstruction des espèces perdues est celui de la *corrélation des formes* dans les êtres organisés ; principe au moyen duquel chaque partie d'un animal peut être donnée par chaque autre et toutes par une seule. Dans une machine aussi compliquée, et néanmoins aussi essentiellement une que celle qui constitue le corps animal, il est évident que toutes les parties doivent nécessairement être disposées les unes pour les autres, de manière à se correspondre, à s'ajuster entr'elles, à former enfin par leur ensemble un être, un système unique. Ainsi, en général, une seule de ces parties ne pourra changer de forme, sans que toutes les autres ne changent nécessairement aussi; de la forme de l'une d'elles on pourra donc conclure la forme de toutes les autres. Supposez, par exemple, un animal carnivore. Il aura nécessairement des organes des sens, des organes du mouvement, des doigts, des dents, un estomac, des intestins, disposés pour apercevoir, pour atteindre, pour saisir, pour déchirer, pour digérer une proie; et toutes ces conditions seront rigoureusement enchaînées entr'elles; car, une seule manquant, toutes les autres seraient sans effet, sans résultat; l'animal ne pourrait subsister. Supposez un animal herbivore, et tout cet ensemble de conditions aura changé. Les dents, les doigts, l'estomac, les intestins, les organes du mouvement, les organes des sens, toutes ces parties auront pris de nouvelles formes et ces formes nouvelles seront toujours proportionnées entre elles et relatives les unes aux autres. De la forme d'une seule de ces parties, de la forme des dents seules, par exemple, on

pourra donc conclure la forme des pieds, celle des machoires, celle de l'estomac, celle des intestins. Toutes les parties, tous les organes se déduisent donc les uns des autres; et telle est la rigueur, telle est l'infaillibilité de cette déduction, qu'on a vu souvent M. Cuvier reconnaître un animal par un seul os, par une seule facette d'os; qu'on l'a vu déterminer des genres, des espèces inconnues, d'après quelques os brisés et d'après tels ou tels os indifféremment : reconstruisant ainsi l'animal entier d'après une seule de ses parties, et le faisant renaître, comme à volonté, de chacune d'elles (1).

On comprend facilement toute l'importance que présentent les résultats que nous venons d'indiquer pour l'histoire même des changements que la terre a dû éprouver avant de se trouver dans son état actuel. Les fossiles que renferment les couches minérales, semblables à ces médailles que l'antiquaire recherche et interroge avec tant d'intérêt dans les monuments dont il parcourt les ruines, deviennent pour nous des témoins irrécusables de l'état du globe au moment où ces anciens habitants ont été ensevelis.

En comparant ainsi les animaux et les végétaux fossiles avec ceux que nous connaissons encore actuellement, on a remarqué que les êtres organisés fossiles trouvés dans un lieu déterminé diffèrent généralement des êtres qui vivent encore dans le même lieu ou même dans tout autre lieu de la surface du globe, et que cette différence est en général d'autant plus grande que les couches qui renferment les fossiles sont plus anciennes. Ainsi les débris de palmiers, trouvés dans les couches de l'époque tertiaire du bassin de Paris, indiquent que ces végétaux y vivaient encore à la surface du sol à cette époque, et que la température moyenne, qui y est maintenant de 11 degrés, devait être alors plus élevée et d'environ 22 degrés, comme elle l'est de nos jours dans la Basse-Egypte, où l'on trouve encore ces végétaux. Mais cette végétation avait été déjà, lors de la formation des couches du terrain jurassique, précédée d'une autre végétation, celle des cycas et zamia et des fougères arborescentes, qui accuse une température encore plus élevée et semblable à celle que présentent aujourd'hui les régions tropicales. A une époque plus reculée encore, les plantes enfouies dans nos houillères, les équisétacées, les lépidodendrons, les fougères gigantesques, si différentes

(1) Flourens, *Éloge historique de Georges Cuvier.*

de nos végétaux actuels, nous montrent et par leur accumulation prodigieuse et par les proportions énormes de leur développement, que la température et les autres circonstances atmosphériques étaient alors beaucoup plus appropriées à ce développement qu'elles ne le sont aujourd'hui, même dans les parties de la zone torride les plus favorisées à cet égard.

Si l'on compare ensuite les fossiles que renferment les diverses couches superposées les uns avec les autres, on reconnait encore que les couches appartenant à des systèmes différents présentent un ensemble de formes organiques qui varie en général de l'un de ces systèmes à un autre qui le précède ou qui le suit, de telle sorte que ces systèmes successifs de couches, terrains et formations, caractérisés déjà par la composition minéralogique, par la position relative et par d'autres considérations géognostiques, reçoivent une nouvelle détermination des êtres organisés qu'ils renferment.

Un autre fait qui résulte de cet examen est relatif à la distribution géographique des animaux et des végétaux à la surface du globe lors des époques géologiques les plus anciennes. Tout le monde sait, et les nombreux voyages entrepris dans les dernières années le montrent encore tous les jours davantage, que, dans l'état actuel, les diverses contrées du globe et souvent même des parties très limitées d'une même contrée, présentent chacune des animaux et des végétaux qui diffèrent d'un point du globe à un autre. Ces différences elles-mêmes des faunes et des flores des diverses parties du globe dépendent principalement des circonstances climatériques qui sont particulières à chacune de ces parties. Cependant, en comparant les fossiles trouvés dans des roches appartenant à une même formation géologique sur des points du globe très éloignés les uns des autres, on retrouve souvent les mêmes formes génériques et même quelques espèces identiques communes dans les différents pays. Ce résultat, reconnu déjà depuis longtemps pour les formations géologiques en Europe, a été confirmé plus récemment par les travaux de MM. de Verneuil, Murchison, de Keyserling et de Buch dans la Russie méridionale et principalement dans l'Oural et par ceux de M. Alcide d'Orbigny dans l'Amérique méridionale; il a trouvé que non-seulement il y a même *faciès* dans les faunes perdues de l'Ancien et du Nouveau-Monde, mais encore que quelques espèces identiques communes prouvent leur complète *contemporanéité* (1).

(1) *Annales des sciences naturelles*, 1843, tom. XIX, p. 271.

En rapprochant maintenant les résultats généraux que nous venons d'indiquer, on est amené à conclure que l'histoire de la vie sur notre globe présente des époques successives et distinctes les unes des autres et par les êtres animés de chacune d'elles que nous retrouvons encore et par les diverses modifications que la surface même de la terre a dû éprouver et que nous pouvons déterminer approximativement d'après ces derniers. Nous pouvons en déduire également que, lors de chacune de ces époques, les diverses circonstances qui influent sur la vie des animaux et des végétaux présentaient en général, dans les diverses parties de la surface du globe, un caractère d'uniformité beaucoup plus grand que nous ne l'observons de nos jours.

Nous voudrions pouvoir présenter ici le résumé des observations qu'on a faites sur les diverses formations géologiques des roches sédimentaires et sur les êtres organisés qui appartiennent à chacune d'elles. Mais nous devons nous borner à indiquer en peu de mots les faits les plus généraux qui résultent de ces observations.

Nous avons rapporté ci-dessus les diverses causes naturelles qui tendent encore actuellement à modifier l'état de la surface du globe. Nous avons vu que les atterrissements produits par les eaux de la mer et les eaux courantes, même depuis une époque assez rapprochée, avaient formé dans quelques endroits des dépôts très considérables. Les êtres organisés, que renferment ces dépôts modernes tout-à-fait superficiels, sont en général semblables à ceux qui vivent encore actuellement à la surface, et leurs débris se trouvent mêlés à ceux de divers objets préparés par l'industrie humaine.

Au-dessous de ces dépôts modernes se présentent ensuite d'autres dépots de transport différant des premiers et par l'étendue considérable qu'ils occupent et par la hauteur à laquelle ils s'élèvent au-dessus de tous les cours d'eau actuels. Ces dépôts ont été désignés sous le nom de *Diluvium*, parce qu'ils ont été regardés comme le résultat du déluge universel, dont le récit est consigné dans nos saintes Ecritures, et dont le souvenir est conservé dans les annales de tous les peuples. C'est dans ces dépôts que l'on rencontre les nombreux débris des éléphants, des rhinocéros, de ruminants et de carnassiers, etc., qui vivaient à cette époque à la surface de l'Europe, et dont les plus rapprochés de ceux que nous possédons aujourd'hui en différaient au moins par de plus grandes dimensions.

Sans nous arrêter ici à discuter les diverses preuves que les géologues les plus distingués avaient fait valoir pour appuyer, par les observations de la

science, le grand fait historique auquel nous venons de faire allusion, nous ferons remarquer en passant que, même en admettant que quelques-unes de ces preuves n'ont pas la valeur qu'on leur a attribuée, un tel résultat ne peut guère infirmer un fait d'ailleurs démontré par des monuments physiques et historiques incontestables. Nous ferons remarquer encore que l'absence de fossiles humains parmi les débris d'animaux d'espèces perdues ne prouverait aucunement que l'homme n'ait pas été témoin de la dernière révolution qui a donné à nos continents la forme qu'ils ont actuellement, puisque l'espèce humaine était alors probablement la plus répandue dans des pays encore inexplorés par les géologues, et que diverses causes auraient pu concourir à ce que leurs restes ne se sont pas conservés. D'ailleurs on a signalé depuis quelques années plusieurs exemples de fossiles humains dans des dépôts appartenant aux terrains évidemment antérieurs à l'époque moderne des géologues (Huot, *Géologie*, t. I, p. 428 et t. II, p. 751); et lors même que l'absence de ces fossiles serait parfaitement démontrée, cet argument purement négatif ne prouverait pas encore la non-existence de l'homme. L'absence de débris fossiles de singes ou quadrumanes dans les dépôts diluviens avait été invoquée également pour montrer l'origine récente des animaux de cette classe; mais depuis lors on en a trouvé des ossements jusque dans des couches appartenant à l'époque suivante.

Les dépôts de transport que nous venons de mentionner sont le plus souvent placés immédiatement au-dessus d'antres dépôts de sable, d'argile et de calcaire, quelquefois superposés les uns aux autres, mais ordinairement accolés comme des parties variables d'un même tout. Reconnus d'abord dans les environs de Paris et décrits, sous le nom de terrains tertiaires, par Cuvier et Brogniart, ils occupent une grande partie de la surface des continents actuels. Ces terrains renferment encore des animaux mammifères, surtout de la famille des pachydermes, en assez grand nombre; mais la plupart appartiennent à des genres perdus. On y trouve aussi des représentants des autres classes, principalement des mollusques qui y sont très abondants. Les débris de végétaux présentent encore une très-grande similitude avec ceux que nous connaissons actuellement; cependant, comme nous l'avons remarqué, la présence de palmiers qui végétaient encore au centre de la France à cette époque indique que la température y était alors plus élevée qu'elle ne l'est de nos jours.

Le terrain crétacé, qui est le premier en descendant de la grande division

dès terrains secondaires, ne présente plus de mammifères; mais on y reconnait déjà quelques-uns de ces grands reptiles ou sauriens que nous trouvons surtout développés dans la période suivante. On y trouve aussi des poissons en assez grand nombre, des oursins de genres particuliers, et parmi les mollusques, des ammonites, des baculites et des bélemnites qui ne se présentent pas dans les roches supérieures à celles de cette époque. Les végétaux sont en petit nombre; ils paraissent être presque tous marins.

Le terrain jurassique est surtout remarquable par des sauriens énormes, dont l'organisation semble réaliser les combinaisons anormales des monstres de la fable. Tels étaient les *plésiosaures*, dont quelques-uns atteignaient jusqu'à 27 pieds de longueur, et qui avaient la tête d'un lézard, le cou semblable au corps d'un serpent, les pattes d'un cétacé; l'*ichtyosaure*, qui avait la machoire d'un dauphin, les dents d'un crocodile, la tête et le sternum d'un lézard, les extrémités d'un cétacé et les vertèbres d'un poisson; les *ptérodactyles* ou lézards volants, ainsi nommés parce qu'ils étaient en effet organisés pour voler au moyen d'ailes soutenues par un des doigts très-allongés de chaque membre, tandis que les trois autres doigts libres et armés d'ongles crochus devaient servir à l'animal pour s'accrocher aux branches des arbres; tels étaient encore d'autres reptiles analogues aux lézards, aux crocodiles, etc., dont quelques-uns avaient 30 pieds, et même d'après des fragments qu'on en a trouvés jusqu'à 60 pieds de longueur. Tous ces animaux vivaient à la surface des mers avec les ammonites, les animaux des bélemnites, etc.; tandis que, sur certaines plages, il se formait comme de nos jours, des récifs de corail, et que les terres fermes de l'Europe étaient couvertes de cycas, de zamia, de pandanées, de conifères, qui rappellent la végétation actuelle des régions tropicales.

C'est à l'époque où s'est formé le terrain suivant, le terrain triasique, que les cycadées ont paru pour la première fois sur la terre. Les débris de ces végétaux sont mêlés avec des espèces particulières de conifères, de fougères et d'équisétacées qui ne se présentent plus dans les dépôts inférieurs. C'est encore dans ce terrain qu'ont apparu les premières espèces des gryphées et des ammonites. On y trouve encore des encrinites, des poissons et quelques reptiles sauriens; enfin des empreintes de pas d'animaux, conservées sur le gré bigarré qui appartient à ce terrain, annoncent déjà la présence de quelques vertébrés dont les uns doivent avoir été des oiseaux et dont les autres ont été regardés par R. Owen comme d'énormes reptiles batraciens analogues à nos grenouilles ou crapauds modernes.

Les êtres organisés du terrain pénéen présentent beaucoup d'analogie avec ceux du terrain houiller. Ce sont des poissons semblables à ceux de ce dernier terrain, et qu'on ne trouve plus dans les terrains plus élevés, des encrinites, des spirifer et productus. Ce que cette formation offre de plus important, c'est qu'on y trouve les premiers débris de sauriens voisins des iguanes et des monitors de notre époque.

Le terrain houiller est surtout remarquable par la grande quantité de débris végétaux qu'il renferme. La comparaison de ces débris avec les végétaux actuels montre évidemment que l'état de la terre était alors des plus favorables au développement du règne végétal. Les plantes houillères se rapportent principalement aux familles des fougères, des lycopodiacées, des équisétacées. Mais, tandis que les lycopodes de nos régions ont 5 à 6 pouces d'élévation, que ceux qui croissent sous les tropiques atteignent 18 pouces à 2 pieds, on a trouvé dans le terrain houiller des lycopodiacées qui ont jusqu'à 70 pieds de longueur. Les fougères et les équisétacées des houillères présentent également un développement considérable.

Les débris d'animaux de cette époque se trouvent particulièrement dans les roches calcaires, qui encaissent les couches de houille et qui sont très-développées dans notre pays. Les poissons sauroïdes y atteignent de grandes dimensions; M. Agassiz y a reconnu 28 genres appartenant à l'ordre des placoïdes. Les fossiles les plus abondants sont des crinoïdes, dont les fragments de tiges étoilés composent presqu'à eux seuls certaines variétés de nos marbres, puis un nombre considérable de mollusques, surtout des spirifer et des productus d'espèces particulières.

Les terrains fossilifères les plus anciens comprennent ceux que l'on désigne aujourd'hui sous le nom de terrain dévonien et de terrain silurien. Ils sont formés en grande partie de schistes argileux ou ardoises, de roches quarzeuses, souvent schistoïdes, et de quelques couches calcaires moins importantes. Les êtres organisés végétaux que renferment ces roches sont des fucacées et des équisétacées qui annoncent encore une végétation très-vigoureuse; ceux du règne animal les plus importants sont d'abord des trilobites, qui y comptent déjà plus de 200 espèces, puis des polypiers et des mollusques très-variés.

Le résumé que nous venons de présenter comprend, dans un ordre inverse, la série des différents terrains ou systèmes de roches sédimentaires, formés successivement depuis l'époque où les dépôts qui constituent ces

roches ont commencé à se précipiter au fond des eaux, jusqu'à l'époque actuelle. Mais cette première époque avait été elle-même précédée d'une ou plusieurs autres, pendant lesquelles s'étaient formées les roches de cristallisation, qui ont été recouvertes par les dépôts fossilifères. L'absence complète de fossiles dans les roches cristallines a fait supposer que, lors de la formation de ces roches, les êtres organisés n'existaient pas encore sur la terre. Il serait sans doute difficile de déterminer l'époque précise à laquelle les premiers êtres organisés ont apparu sur la surface du globe, puisqu'on observe quelquefois les couches fossilifères inférieures alternant avec des roches cristallines, et que les premiers habitants du globe ont pu être des animaux et des végétaux dont le corps mou et charnu n'aurait pas été conservé. Mais la difficulté où nous sommes de déterminer les limites de séparation entre les dépots fossilifères et ceux qui ne le sont pas, ne nous permet guère de nier l'existence de ces limites. Nous verrons plus tard que, d'après toutes les observations, la plupart des roches cristallines ont été primitivement dans un état de fluidité semblable à celui que présentent encore les substances minérales qui s'échappent du sein dn globe dans les explosions de nos volcans modernes; que ces masses minérales se sont épanchées à diverses époques, soit à la surface des couches sédimentaires déjà formées, soit entre ces couches elles-mêmes. Nous montrerons que quelques unes des roches cristallines ont été d'abord des roches de sédiment qui n'ont reçu que plus tard les caractères cristallins qu'elles offrent aujourd'hui par suite d'une température élevée et des diverses actions chimiques auxquelles elles ont été exposées. Cependant, si des roches cristallines ont été ainsi formées à diverses époques pendant et après la formation de roches sédimentaires, tout porte à croire qu'à l'origine les matériaux divers qui composent l'écorce solide de notre globe ont été tous à l'état fluide et par conséquent que la haute température, nécessaire pour maintenir les substances minérales à cet état, était tout-à-fait incompatible avec l'existence des êtres organisés à la surface de la terre, lors de ces époques primitives.

Ainsi les observations géologiques sur l'origine des êtres organisés, nous conduisent d'abord à une conclusion importante : « C'est, dit M. Buckland, d'abord que les espèces actuellement existantes ont eu un commencement, et que ce commencement date d'une époque comparativement récente dans l'histoire physique de notre globe; et en second lieu, que ces mêmes espèces avaient été précédées d'autres systèmes organiques animaux ou végé-

taux : et, pour chacun de ceux-ci comme pour les premiers, on peut démontrer qu'il fut une époque où ils n'existaient pas encore, et que, par conséquent, pour ces systèmes plus anciens comme pour ceux qui existent maintenant, la doctrine d'une succession éternelle et indéfinie, tout à la fois dans le passé et dans l'avenir, est également insoutenable (1). »

Ces mêmes observations vont nous conduire encore à d'autres conclusions non moins remarquables. Lorsque, il y a plus de 3000 ans, le législateur des Hébreux, par l'ordre et avec l'aide du Tout-Puissant, consigna, dans son livre de la Genèse, les traditions du genre humain à partir du premier homme, dont il n'était séparé que par six personnes intermédiaires ; lorsqu'il traça en quelques lignes l'histoire de l'origine et de la formation de ce vaste univers, créé par le Très-Haut pour la manifestation de sa gloire, pour les besoins et les jouissances de l'homme, il ne se borna pas à nous présenter d'une manière générale le grand auteur de la nature appelant du néant à l'être le ciel et la terre et tout ce qu'ils renferment ; mais il nous LE montre encore formant par une seule parole les parties principales de ce grand et magnifique ensemble, et répandant à la surface du globe le mouvement et la vie qui en font le plus bel ornement. Il nous LE montre fécondant, par sa parole divine, le sein des eaux, et leur ordonnant de produire les animaux qui nagent et les oiseaux chacun selon son espèce; commandant à la terre de faire paraître tout ce qui a vie sur le globe, les plantes verdoyantes, les arbres qui portent leurs fruits, les animaux domestiques, les reptiles et les bêtes sauvages, selon leurs différentes espèces. Ainsi, d'après le témoignage formel de l'auteur sacré, les êtres organisés, les animaux et les végétaux ont été produits par le Tout-Puissant, chacun selon son espèce; ils ont été doués par LUI de tout ce qui leur est nécessaire pour leur propre conservation et pour la conservation de leurs espèces; la création de ces êtres est une œuvre digne de la sagesse et de la puissance du Créateur, répondant de la manière la plus parfaite au but qu'il se propose (2). Tel est aussi le langage de la science, dont les progrès nous révèlent tous les jours encore, dans les phénomènes de l'organisation, des merveilles nouvelles et inconnues auparavant, et qui nous montre, dans la structure de chaque être individuel et dans ses rapports avec les autres êtres,

(1) BUCKLAND, *La géologie et la minéralogie dans leurs rapports avec la théologie naturelle*, p. 47.

(2) Et vidit Deus quod esset bonum. GEN. I, ℣. 12, 21, 25.

que chacun d'eux se trouve précisément à la place qui lui convient, et que l'harmonie générale, qui se manifeste au milieu de la variété si grande des divers êtres, est elle-même réglée et assurée par des lois fixes et constantes.

Cependant, il y a quelques années qu'une fausse philosophie a prétendu détruire et renverser ces principes si simples et si rationnels. Refusant de reconnaître l'intervention immédiate de la Divinité dans la création des espèces végétales et animales, elle a voulu déterminer l'origine de ces dernières d'une manière différente. Pour elle, ces divers êtres ne sont point des êtres fixes, ce sont seulement des formes passagères et variables, des manifestations plus parfaites d'un même être qui tend toujours, par un développement spontané et nécessaire, à progresser dans la série indéfinie des différents degrés d'être existants ou possibles. Les animaux les plus élevés en organisation et l'homme lui-même ont passé auparavant par les différents degrés inférieurs d'animalité; et même ils avaient passé primitivement du degré d'être le plus bas possible, celui de minéral, à celui de végétal. Les limites assignées par les naturalistes pour distinguer les êtres organisés les uns des autres, les rapports qu'ils ont voulu établir entre les animaux et les végétaux actuels et ceux qui les ont précédés, sont arbitraires; les espèces n'ont pas d'existence réelle dans la nature; et, si nous pouvons continuer à nous servir de cette dénomination pour désigner les êtres vivants qui ont des caractères communs et que nous voyons se perpétuer par la génération, nous devons bien nous rappeler que ce n'est que provisoirement et pour faciliter notre étude; nous devons bien nous garder de conclure faussement, des observations incomplètes que nous pouvons faire pendant le court espace de notre existence, à ce qui a eu lieu dans la suite indéfinie des siècles qui nous ont précédés.

Ce n'est pas que le système dont nous venons de parler soit tout-à-fait nouveau et sans précédents dans l'histoire des égarements de l'esprit humain. Dès le quatrième siècle, nous voyons un philosophe chrétien, le grand St Basile, s'attacher à en montrer le ridicule. Il sera peut-être intéressant de rapporter ici ses propres paroles : « Evitez, dit-il, l'extravagance de ces philosophes présomptueux qui n'ont pas honte d'avancer que leur âme et celle des chiens sont de la même espèce, puisqu'ils enseignent qu'ils ont été eux-mêmes auparavant femmes, plantes et poissons. Pour moi, je me garderai bien de dire qu'ils aient été jamais poissons; mais que ceux

qui sont capables d'écrire de pareilles extravagances, étaient, en les écrivant, plus dénués de raison que les poissons eux-mêmes, c'est ce que je soutiendrai avec la plus parfaite assurance (1). »

Cependant nos philosophes panthéistes modernes ont cherché à étayer de faits naturels leur système du développement spontané. En comparant les débris des êtres organisés qui ont paru les premiers et ceux qui sont venus successivement après ceux-ci sur la terre depuis les époques géologiques les plus reculées jusqu'à nos jours, ils ont prétendu trouver dans cet examen la démonstration de leur théorie, et prouver ainsi que les êtres organisés des couches les plus anciennes, réduits d'abord à l'organisation la plus simple, avaient successivement, par une suite d'évolutions et de transformations, donné lieu à d'autres êtres de plus en plus compliqués qu'on rencontre dans les couches plus élevées. Les premières observations nécessairement incomplètes de la science pouvaient donner quelqu'apparence de vérité à cette supposition; parce qu'on croyait en effet que les premiers animaux n'étaient que des zoophytes et des mollusques, que ce n'était que plus tard qu'avaient paru les animaux des autres classes, et que la classe des vertébrés, représentée d'abord dans des couches déjà plus récentes par des poissons et des reptiles, n'avait offert de mammifères que dans les terrains les plus rapprochés des terrains modernes; et parce qu'on croyait d'ailleurs avoir trouvé une gradation analogue pour les végétaux fossiles (2).

(1) Arrogantium philosophorum fuge deliramenta, quos non pudet suas ipsorum animas et canum ejusdem inter se speciei esse statuere, cum seipsos aliquando et mulieres et frutices et pisces æquoreos fuisse doceant. Ego equidem an unquam fuerint pisces sane non dixerim; sed eos, dum hæc scriberent, rationis magis fuisse expertes quam pisces, vel constantissime affirmarim. S. Basilius, *Hom. 8 in hexaemeron.*

(2) La théorie de la transmutation des espèces, d'après laquelle les êtres organisés actuels proviendraient d'autres êtres qui auraient présenté des caractères spécifiques différents de ceux que nous observons dans les êtres actuels, cette théorie peut être en général considérée de deux manières :

On peut regarder une pareille transmutation comme le résultat d'un développement spontané et nécessaire produit par l'activité, l'énergie des êtres mêmes, sans aucune intervention de la Divinité; ou bien l'on peut supposer que les êtres créés d'abord aient subi dans leur organisation des modifications qui auraient altéré leurs caractères spécifiques primitifs, par suite des circonstances diverses dans lesquelles ils se sont trouvés successivement, et que ces changements aient eu lieu conformément aux lois établies par le Créateur et de la manière qu'il aurait fixée lui-même. Cette dernière manière d'expliquer l'origine des êtres organisés actuels ne contient rien qui soit directement opposé aux vérités de la religion ; elle pourrait même se concilier avec

Cependant des observations plus complètes ont renversé tout-à-fait ces premières inductions. Nous avons signalé déjà la grande abondance des trilobites, lors de la formation des roches fossilifères les plus anciennes. L'organisation de ces animaux présente des analogies frappantes avec celle de certains genres de nos *crustacés* actuels. La structure des yeux en particulier, analogue à celle que nous retrouvons actuellement chez les crustacés et les insectes, montre que ces organes ont été, dès l'origine, construits sur le même plan, d'après le même principe, qu'ils présentent les mêmes modifications, et toujours en rapport avec le milieu pour lequel ils ont été créés (1).

La classe des *annélides* est aussi représentée dans les couches les plus anciennes. La présence des *insectes*, dont la conservation a dû présenter tant de difficultés, a été reconnue dans la formation houillère.

Les *poissons* se présentent déjà dans la partie supérieure des couches siluriennes, et l'on y trouve également les dispositions organiques que nous offrent encore aujourd'hui les vertébrés de cette classe. De plus, en comparant les poissons fossiles des diverses époques géologiques, on est amené à ce résultat que, loin de trouver une série d'évolutions vers un état indéfiniment plus parfait, on est forcé d'admettre ici, comme dans plusieurs autres cas, une sorte de développement rétrograde qui procède des formes com-

la manière dont St Augustin envisage la création des êtres organisés. La première explication, qui est celle des panthéistes, est contraire à tout ce que la foi et la raison même nous enseignent par rapport à la sagesse et la puissance du Créateur. Cette explication ne laisserait pas d'être gratuite et sans fondement, contraire aux idées communément reçues et à toutes les notions d'une saine philosophie, lors même que le *fait* de la transmutation ou du passage d'un être d'une espèce à une autre espèce aurait été constaté dans la nature. Mais les observations que nous allons rapporter démontrent que ce fait même est démenti par les données de la science, et que les animaux et les végétaux créés, soit au commencement, soit dans la suite des époques géologiques, présentent dans l'ensemble de leur organisation une perfection, une fixité et une constance tout aussi grande que celle que présentent les espèces actuelles.

Nous ferons remarquer encore que le passage de saint Basile, rapporté ci-dessus ne concerne pas proprement les partisans d'une opinion philosophique sans importance sous le rapport moral et religieux, mais que le Saint-Père avait en vue les prétendus philosophes et les hérétiques de son temps, qui supposaient que tous les corps quelconques de la nature étaient animés, et que les âmes passaient successivement d'un de ces corps dans un autre, jusqu'à ce qu'enfin elles se réunissent au bon principe. On voit que le grand docteur combat ici les mêmes erreurs que renferment les théories de nos panthéistes modernes.

(1) Buckland, *La géologie*, etc., p. 353.

plexes aux formes simples. Nous ne trouvons plus, dans nos périodes modernes, que répartis sur des familles séparées, plusieurs caractères organiques que certaines espèces réunissent à ces époques reculées (1).

L'étude des *rayonnés* et celle des *mollusques* fossiles démontre également que l'organisation des animaux de ces deux divisions ne présente pas dans les époques géologiques la prétendue progression du simple au composé. Les premiers de ces êtres et ceux qui leur ont succédé sont conformés absolument de la même manière que le sont encore les animaux analogues de nos jours. En comparant les animaux de ces deux classes, trouvés dans les diverses formations *palæozoïques* à partir des couches fossilifères les plus anciennes jusqu'au terrain houiller inclusivement, comparaison établie sur plus de 2000 espèces, MM. d'Archiac et de Verneuil ont trouvé que quelques genres présentent, pour le nombre des espèces, un développement plus considérable dans les couches les plus anciennes, tandis que d'autres genres offrent précisément l'inverse, et que quelques-uns sont répartis à peu près également dans toutes ces formations. Ils ont reconnu également que, tandis qu'il y a des genres qui appartiennent exclusivement soit à l'une de ces formations, soit à toutes les formations palæozoïques, sans se montrer dans les formations plus modernes, il en est aussi qui les traversent toutes et qui vivent encore dans nos mers, comme pour nous permettre de comparer avec plus d'exactitude les produits extrêmes de la création (2).

Si nous examinons maintenant les formes végétales qui ont paru sur la terre depuis les époques les plus anciennes, nous reconnaîtrons également que ces êtres offraient dès lors les caractères fondamentaux qu'ils présentent encore aujourd'hui, que leur organisation était déjà soumise aux mêmes lois qui y président encore de nos jours. Nous trouvons même parmi les fossiles végétaux, aussi bien que parmi ceux du règne animal, des genres intermédiaires entre des genres ou même des familles disparates encore vivantes, qui établissent le passage de l'une à l'autre, beaucoup mieux que ne le ferait tout autre genre existant de nos jours (3).

(1) Buckland, *La géologie*, etc. p. 258.

(2) D'Archiac et de Verneuil. *Memoir on the palæozoic fossils*. Paris, 1842.

(3) Ainsi les *lépidodendrons*, par exemple, sont intermédiaires entre les végétaux à fleurs et ceux qui n'en ont pas (*). Dans le règne animal nous pouvons citer comme

(*) Lindley et Hutton, *Flore fossile*, tome 2, p. 53.

Les observations de la géologie, loin de favoriser la théorie de la transmutation des espèces, de l'évolution successive des êtres vers un état indéfiniment plus parfait, nous conduisent donc à une conclusion tout-à-fait opposée. Ces observations viennent à l'appui de celles qu'on a faites d'ailleurs sur le peu d'importance que présentent les variations causées dans les espèces par le climat, la domesticité et d'autres causes accidentelles, et celles qui résultent de la comparaison des animaux conservés depuis plusieurs siècles parmi les momies de l'Egypte, et qui montrent aussi la similitude de ces animaux avec ceux des mêmes espèces qui existent encore aujourd'hui (1).

Ainsi tous les témoignages de la science confirment la doctrine de l'existence réelle des espèces animales et végétales, doctrine si conforme au langage de nos saintes Ecritures, et qui est bien capable de réveiller en nous les sentiments d'admiration et de reconnaissance pour le grand Etre, qui a signalé ses divines perfections dans l'arrangement des mondes et dans l'organisation du plus vil animalcule; dont la puissance se manifeste dans la grandeur et la magnificence de ses œuvres; la sagesse, dans la beauté, l'ordre et l'harmonie de toutes ses productions; dont la bonté se révèle en donnant à chaque être en particulier et à l'ensemble des êtres ce qui leur est nécessaire ou utile pour leur entretien et leur conservation (2).

V. Après avoir, dans ce qui précède, considéré les roches de sédiment par rapport aux êtres organisés dont elles renferment les débris, après avoir rappelé les conclusions qui résultent de cet examen, pour ce qui regarde l'origine et la succession de ces êtres à la surface du globe nous devons maintenant envisager ces masses minérales sous d'autres rapports. La puissance énorme que présentent plusieurs systèmes de couches appartenant aux terrains géologiques montre d'abord qu'il a fallu un espace de temps très-

exemples d'abord les sauriens dont nous avons déjà parlé; puis, parmi les mammifères, le *palæotherium*, intermédiaire entre le rhinocéros, le cheval et le tapir; *l'anoplothérium* qui se range, sous certains rapports, entre le rhinocéros et le cheval et, sous d'autres, entre l'hippopotame, le cochon et le chameau; le *lophiodon* voisin des tapirs et des rhinocéros et, sous quelques rapports, des hippopotames; *l'adapis* qui réunit les pachydermes et les carnassiers insectivores (*).

(1) Voyez Cuvier, *Discours sur les révolutions, etc.*, p. 121; Lyell, *Principles of geology*, vol. III, ch. 1-4. *Revue catholique*, p. 473.

(2) Uti bonus fecit quod utile est, uti sapiens quod pulcherrimum est, uti potens quod maximum est. S. Basilius, *Hom.* 1. *in hexaemeron.*

(*) Buckland, *La géologie*, etc. p. 71.

considérable pour la formation des dépôts successifs qui composent chacun de ces terrains.

Ainsi, par exemple, lors du forage du puits artésien de Grenelle, l'on a trouvé que l'épaisseur du terrain crétacé sous le sol de Paris est de 500 mètres environ, et celle des couches seules de la craie de près de 400 mètres. L'épaisseur du terrain tertiaire en cet endroit n'est que de 50 mètres; mais ailleurs les dépôts de ce dernier terrain atteignent également une grande puissance. Le dépôt du london clay, ainsi nommé parce que ce dépôt est surtout développé dans les environs de Londres, a, dans quelques endroits, jusqu'à 700 pieds d'épaisseur. Dans les environs de Bruxelles, la province d'Anvers et les deux Flandres, les couches tertiaires se montrent encore aux plus grandes profondeurs auxquelles on est parvenu.

Le grand nombre des couches de houille que l'on trouve superposées dans un même bassin et qui est de 85 dans le bassin de Liége et l'épaisseur de plusieurs de ces couches, dont quelques unes ont 2 mètres dans le même bassin peuvent surtout servir à montrer le long espace de temps qui a dû s'écouler pendant la formation de ces bassins. Chacune de ces couches est formée aux dépens des débris de végétaux qui ont été rassemblés par les eaux dans ces endroits ou peut-être qui y ont vécu sur place; elles sont comprises entre des couches de grés et de schistes formées elles-mêmes au moyen de la vase qui a recouvert les dépôts de matières végétales formés successivement. On a peine à concevoir l'énorme quantité de végétaux qu'il a fallu pour la formation des couches de ce combustible si précieux pour l'homme et réservé pour lui dans les entrailles du globe, lorsqu'on considère le tassement considérable que ces dépôts ont dû éprouver, depuis leur première accumulation, par la pression des masses qui les recouvrent. Les observations que nous pourrions ajouter encore sur les autres terrains géologiques conduiraient à une conclusion tout-à-fait analogue.

Nous avons déjà fait remarquer que l'étude des fossiles que l'on rencontre dans les divers terrains, indique que la surface du globe a passé successivement par des états différents. L'examen de la manière même dont les fossiles se présentent dans les couches minérales nous permet aussi de reconnaître de quelle manière ces couches elles-mêmes ont été déposées. Cet examen nous montre que, si quelques uns de ces dépôts ont été formés aux dépens de matériaux amenés de loin, brisés et ballotés par des eaux violemment agitées, il en est d'autres qui présentent tous les caractères d'un

dépôt lent et tranquille, très longtemps continué, et que, dans certains cas, les êtres organisés vivant alors au sein des eaux ou sur les bords des lacs et et des cours d'eaux, ont été victimes d'une catastrophe violente qui les a surpris subitement et ensevelis sous la vase et sur place, de manière à conserver intactes non-seulement les coquilles des testacés et les parties principales du squelette des vertébrés, mais encore les parties les plus délicates de leur organisation.

Dans un grand nombre de couches du terrain inférieur à la craie en Angleterre et dans des dépôts d'eau douce de l'époque tertiaire en Auvergne, on trouve un nombre immense de dépouilles d'un crustacé microscopique du genre cypris. Cet animal est renfermé entre deux valves aplaties comme celles des coquilles bivalves et on le trouve à l'époque actuelle dans l'eau des lacs et des marais. On sait d'ailleurs que ces animaux ont l'habitude de se dépouiller chaque année de leur peau et de leur coquille. Les dépôts qui renferment ces restes sont souvent susceptibles de se diviser en feuillets ou lames aussi minces que le papier, et Lyell observe que ce caractère foliacé est dû à la présence de myriades sans nombre de ces dépouilles de cypris. Cependant ces dépôts atteignent en Auvergne une profondeur de sept cents pieds au moins.

La formation d'eau douce en Auvergne présente encore, près de Clermont, des lits calcaires de plusieurs pieds d'épaisseur, formés presqu'en entier par des fourreaux qui rappellent les étuis où s'enferme la larve de notre frigane commune. Suivant M. Lyell, on voit souvent une centaine au moins de coquilles microscopiques d'un petit univalve turbiné du genre paludine fixées à l'extérieur de ces fourreaux ou étuis tubulaires qui ont également appartenu à quelques larves du genre frigane. On conçoit difficilement que quelque autre procédé, qu'une accumulation graduelle, ouvrage d'une longue série d'années, eût pu entasser, en quantités si immenses, ces dépouilles d'animaux aquatiques dans des couches qui, comme celles-ci, recouvrent de grandes étendues de pays, en même temps qu'elles sont superposées les unes aux autres et séparées par des lits de marne et d'argile (1).

Nous rappellerons encore en passant la formation si remarquable de couches minérales composées exclusivement de squelettes ou carapaces d'animalcules microscopiques. Depuis la découverte du microscope, au

(1) Buckland, *La géologie*, etc., p. 103.

commencement du 17e siècle, on avait reconnu qu'il existe, dans l'eau des infusions de certaines plantes, dans celle de la mer et des lacs et dans les eaux courantes, des animalcules de formes très-variées et tellement petits qu'il est impossible de les apercevoir à l'œil nu. Plusieurs de ces animaux, de même que les mollusques sans coquilles, les limaces, par exemple, ont le corps mou et charnu, dépourvu de parties solides persistantes; mais un grand nombre d'autres, semblables aux limaçons ou en général aux mollusques testacés, présentent en outre une partie solide, coquille, squelette ou carapace, analogue à la coquille de ces mollusques, et qui est de matière siliceuse dans les uns et calcaire dans les autres.

Les découvertes d'Ehrenberg ont montré qu'il y a, parmi les masses minérales répandues à la surface du globe, des dépôts considérables formés des débris solides de ces animalcules. Les tripolis employés depuis longtemps pour polir les pierres et les métaux, les farines fossiles, plusieurs opales, etc., sont dans ce cas. Ehrenberg estime que, dans le tripoli de Bilin en Bohême, chaque pouce cube, pesant environ 220 grains, renferme 41,000 millions d'individus de la *Gaillonella distans*, ce qui fait à peu près 187 millions par grain. Ainsi, à chaque frottement produit avec cette poudre à polir, plusieurs millions de fossiles entiers sont réduits en atomes.

D'après les observations de ce savant, le minerai de fer connu sous le nom de fer limoneux ou fer des marais, parce qu'on le rencontre souvent dans les gazons tourbeux, consiste en un nombre infini de filaments articulés d'une couleur jaune d'ocre, composés en partie de silex et en partie d'oxide de fer. Ces filaments sont les carapaces d'une autre espèce de gaillonella, la *gaillonella ferruginea.*

Les dépôts de craie, qui atteignent souvent une épaisseur de 1,000 pieds, renferment aussi un nombre très-considérable de coquilles microscopiques, de foraminifères ou polythalames de matière calcaire. Ehrenberg suppose que la masse même de ces dépôts est formée des débris de ces êtres, qui auraient été brisés d'abord en parties calcaires inorganiques, et réunis ensuite en particules grenues, elliptiques, régulières, au moyen d'un mode particulier de quasi-cristallisation. Les marnes crétacées, qu'on trouve dans les couches de la craie du bassin méditerranéen, sont également le produit d'animaux infusoires microscopiques à test siliceux, tout à fait invisibles à l'œil nu, mêlés avec une petite partie d'animaux à test calcaire de la craie. Les silex ou pierres à fusil, qui se présentent en lits parallèles

aux couches de la craie dans les formations crétacées du Nord de l'Europe, renferment aussi de ces infusoires siliceux, et leur masse même paraît composée de la silice dissoute de ces infusoires et transformée en silex compacte (1).

Les calcaires du Jura présentent encore en Europe d'une manière bien marquée leurs rapports intimes avec la vie des êtres microscopiques; et même les antiques roches calcaires qu'on a rencontrées sous le terrain houiller des lacs Tula et Onéga en Russie offrent, avec les calcédoines qu'elles renferment, des traces qui indiquent que ces masses ont été formées par cette vie organique, tout aussi bien que les terrains crétacés des époques plus modernes (2).

Les exemples que nous venons de rapporter suffiront pour prouver et l'importance des êtres organisés dans la formation des masses minérales à la surface du globe et le mode de formation lent et successif de plusieurs de ces couches. Cependant il y a aussi d'autres masses minérales qui doivent avoir été formées d'une manière subite et par des causes telles que les êtres organisés que renferment ces couches ont été frappés de mort et ensevelis immédiatement après. « De nos jours encore de semblables cas de destruction subite s'observent dans des localités restreintes: nous voyons les poissons périr, soit lorsque les eaux de la mer ont été chargées de vase outre mesure dans des tempêtes extraordinaires, soit par un accroissement de chaleur subit ou par le mélange de gaz nuisibles, lorsque les eaux se trouvent en contact immédiat avec des volcans sous-marins. Une irruption soudaine des eaux salées à l'intérieur des lacs ou dans les embouchures de grands fleuves occupés jusque-là par de l'eau douce, ou, au contraire, la brusque invasion d'une portion de la mer par un immense volume d'eau douce, provenant de quelque lac dont les digues se seraient rompues, ou d'une inondation extraordinaire, sont fréquemment des cas de destruction tout à la fois pour les animaux qui habitent les eaux envahissantes et les eaux envahies (3). »

Le plus grand nombre de poissons fossiles paraît avoir été détruit par des causes analogues. On trouve, en quelques endroits, les restes de plu-

(1) *Abhandlungen der Kœnig. Acad. der Wissensch.*, Berlin, 1839.
(2) Ehrenberg, *Institut*, 1843, p. 440.
(3) Buckland, *La géologie*, etc. p. 106.

sieurs milliers de ces animaux parfaitement conservés. On en voit parfois dans lesquels à peine un os ou une écaille ont été dérangés de la position précise qu'ils occupaient durant la vie. Dans les couches du Lias, non-seulement les squelettes des ichthyosaures sont entiers, mais quelquefois, aussi, on trouve entre leurs côtes des restes d'aliments que contenait leur estomac, ce qui met à même de reconnaître les espèces de poissons dont ils se nourrissaient ainsi que la forme de leurs excréments. Assez fréquemment on rencontre des couches de ces coprolithes ou excréments fossiles, à diverses profondeurs dans le Lias, et à quelque distance des squelettes entiers des lézards marins qui les ont produits. L'on a rencontré aussi, dans le lias de Lyme Regis, sur la côte d'Angleterre, des sèches (*sepia loligo*, Linn.) dont les poches à encre conservaient encore leur forme primitive et contenaient une encre sèche, laquelle composée de carbone principalement n'était que très-légèrement imprégnée de carbonate de chaux et a pu être employée avec avantage pour remplacer la sepia ordinaire. L'état dans lequel on a trouvé ces animaux prouve que, de même que les poissons et les sauriens, ils furent privés de vie subitement et enfouis instantanément dans le sédiment; car, si, après leur mort, ils étaient restés exposés à l'action de l'eau, la membrane renfermant l'encre eût été infailliblement détruite (1).

En rapportant ci-dessus p. 38 les accidents principaux que présente la stratification des roches sédimentaires, nous avons fait remarquer que les couches de plusieurs de ces roches, au lieu d'avoir les plans de stratification qui les séparent disposés horizontalement, étaient au contraire inclinées à l'horizon sous divers angles, et même que souvent les couches étaient repliées plusieurs fois sur elles-mêmes ou ondulées à leur surface. Cependant, comme les matériaux qui composent ces couches ont été tous déposés au fond des eaux, et que, d'après les lois de la physique et d'après toutes les observations directes, de pareils dépôts ne peuvent guère former que des plans horizontaux ou du moins très-peu inclinés à l'horizon (2), il faut nécessairement que les masses minérales dont nous venons de parler n'aient pas eu originairement la position qu'elles affectent aujourd'hui, mais qu'elles aient été relevées depuis leur première formation.

(1) Buckland, *La géologie*, etc. p. 269.
(2) *Mémoires de la société géologique de France*, tom. II, p. 206.

Avant d'examiner quand et de quelle manière les roches sédimentaires ont été amenées dans leur position actuelle, nous croyons devoir rappeler d'abord les observations de la science relativement à la formation des roches de cristallisation. Les résultats auxquels on est parvenu à cet égard, nous mettent à même de faire mieux comprendre les causes qui ont produit le relèvement des roches que nous avons étudiées jusqu'à présent.

VI. Nous avons déjà indiqué les différences principales qui distinguent les roches cristallines d'avec celles de sédiment. Nous avons rappelé que ces dernières, composées de sable aglutiné ou meuble, de marnes, d'argiles et surtout de calcaire seul ou mélangé avec ces substances, ont été généralement formées par la voie mécanique et déposées au fond des eaux. Les roches cristallines au contraire se composent principalement de silice à l'état de quarz, de quelques silicates qui comprennent les substances désignées autrefois sous le nom général de felspath, les micas, les amphiboles, les serpentines, les diallages, etc. Ces diverses substances qui composent, soit seules pour quelques-unes d'entr'elles, soit mélangées plusieurs ensemble, la masse totale, sont en général cristallisées, c'est-à-dire, la texture ou la disposition des parties les plus petites et quelquefois la forme des parties plus considérables présente une régularité plus ou moins parfaite et analogue à celle que nous offrent les substances cristallisées artificiellement dans nos laboratoires. La structure cristalline de ces roches indique que les éléments qui les composent se trouvaient à l'état fluide, qu'ils étaient libres de se mouvoir indifféremment dans toutes les directions, au moment où ils se sont agrégés et réunis conformément aux lois qui président à cette agrégation. Cet état de fluidité pouvait être produit, soit parce que toutes ces substances étaient alors dissoutes dans un liquide, soit parce qu'elles étaient maintenues à cet état par une température élevée, qui suffit en effet pour faire passer à l'état liquide, et même à celui de vapeurs, un grand nombre des corps solides connus. On avait donc supposé que toutes les roches cristallines avaient été formées par la voie humide, qu'elles étaient d'abord dissoutes dans un liquide, et que la formation de ces roches avait eu lieu par la soustraction d'une partie du liquide dissolvant. Cependant les nombreuses difficultés que présente cette explication ne permet pas de la soutenir aujourd'hui; d'ailleurs nous allons voir que les raisons qui militent en faveur de l'origine ignée de ces roches sont telles qu'il paraît impossible de vouloir encore la contester.

Rappelons d'abord les analogies principales que présentent les roches cristallines avec d'autres roches dont l'origine ignée est parfaitement constatée. Tout le monde sait que, pendant les explosions des volcans, il s'échappe du cratère ou des flancs de ces montagnes, des courants de laves ou de matières minérales incandescentes et fondues, que ces matières minérales, qui se répandent souvent à une grande distance du point de leur origine, produisent, en se refroidissant et en se durcissant ensuite, des masses solides quelquefois considérables. Ces volcans, qui ne se présentent aujourd'hui en activité qu'en Islande et sur les bords et dans les îles de la Méditerranée, étaient autrefois et même à une époque assez rapprochée de nous beaucoup plus répandus snr notre continent; on retrouve en effet dans l'Eifel (Prusse rhénane), en Auvergne, dans le Velai et le Vivarais, des centaines de montagnes coniques, ayant la forme de nos volcans modernes, avec des courants de lave qui y aboutissent et des cratères plus ou moins réguliers sur plusieurs de leurs cimes.

Les roches volcaniques se rattachent ensuite à d'autres roches qu'on a désignées sous le nom de basaltes, qui sont d'un noir plus ou moins foncé, à base compacte de labradorite, d'orthose ou d'albite renfermant des cristaux isolés de pyroxène noir, d'oxide de fer magnétique, souvent de péridot et quelquefois des cristaux de felspath qui lui donnent la structure porphyrique. Quelques-unes de ces roches basaltiques forment aussi des courants de laves tout-à-fait analogues à ceux des laves modernes et qui sont provenus, comme ces derniers, de montagnes cratériformes. Mais le plus grand nombre se présente à la surface du sol soit en masses isolées d'une hauteur plus ou moins considérable, soit en coulées ou nappes, c'est-à-dire, en dépôts étendus sur une très grande surface, d'une épaisseur comparativement beaucoup plus faible; elles se prolongent vers le bas à de grandes profondeurs à travers les terrains stratifiés, en formant des filons, des dykes ou murs perpendiculaires, ou bien des masses coniques; souvent aussi elles sont intercalées entre les couches des terrains qu'elles traversent, et présentent ainsi une apparence de stratification. Il est facile de reconnaître que dans chacun de ces cas les roches basaltiques se sont élevées des profondeurs du globe à l'état fluide, et qu'elles ont pénétré, avec une force d'impulsion très considérable, dans les fentes et les fissures des roches qu'elles traversaient. En effet plusieurs de ces filons basaltiques se terminent en coin vers le haut, et leur épaisseur augmente avec la profondeur; les ramifications qu'ils

envoient dans les roches voisines ont rempli jusqu'aux fissures les plus petites de ces roches, de telle sorte que, sur un échantillon de quelques centimètres, on rencontre quelquefois plusieurs alternatives de la roche basaltique et de celle que cette dernière a traversée.

La structure colonnaire, qui est produite par le retrait qu'éprouve une masse minérale en fusion soumise à un refroidissement lent et graduel, structure qu'on observe quelquefois dans les dépôts de laves modernes, est surtout développée dans les basaltes. La masse minérale est partagée, par des fissures, en colonnes le plus souvent à cinq faces, qui atteignent jusqu'à 100 pieds de longueur sur un diamètre variable, et qui présentent dans quelques localités, telles que la chaussée des Géants et la grotte de Staffa, les accidents les plus pittoresques. La partie supérieure de ces dépôts est souvent poreuse, celluleuse, scoriiforme, et l'on peut y distinguer plusieurs assises distinctes, séparées par des lits de matière poreuse ou même de fragments de basalte désagrégé, ce qui semble indiquer que le dépôt total est le résultat de plusieurs épanchements particuliers successifs.

Ce qui achève de démontrer l'origine ignée des basaltes, c'est l'influence que ces roches ont exercée sur les matières avec lesquelles elles sont en contact. Ainsi, dans le voisinage de ces roches, les argiles sont calcinées, les débris de végétaux sont transformés en charbon, les roches cristallines traversées par les basaltes sont quelquefois fondues à la surface de jonction; le quarz et le felspath de ces roches sont fendillés, quelquefois enveloppés ou pénétrés de matière vitreuse. Les marnes, les calcaires terreux sont convertis en marbre compacte, en calcaire saccharoïde. Ailleurs ces calcaires, composés de carbonate de chaux, sont transformés en dolomies formées de carbonate de chaux et de magnésie. Dans le voisinage des filons basaltiques, les matières schisteuses des houillères sont transformées en tripoli et les argiles en terres cuites; la houille même est privée de son bitume, elle affecte une structure bacillaire, devient dure comme l'anthracite, ou se trouve transformée en véritable coke.

Les remarques que nous venons de faire par rapport à la liaison qui existe entre les roches de la formation basaltique et les roches volcaniques modernes nous serviront également à montrer les rapports de ces dernières avec des formations de masses cristallines qui paraissent au premier abord en différer d'une manière très-prononcée. La formation des basaltes se rattache d'abord à celle des roches trachytiques par la composition minéralo-

gique de ces dernières et par la configuration que présentent souvent les dépôts qui y appartiennent. Nous trouvons en effet des trachytes qui forment des buttes coniques, des filons, des coulées et des nappes. Les dépôts de matière vitreuse, obsidienne et perlite, identiques ou analogues à certaines productions volcaniques modernes, les tufs ou conglomérats trachytiques, formés de matières fragmentaires cimentées par des pâtes poreuses, compactes ou vitreuses, indiquent également pour les trachytes un mode de formation analogue à celui que nous avons déjà constaté pour les basaltes et les laves modernes.

Cependant ailleurs les dépôts de trachytes forment des masses de montagnes très-élevées, réunies en groupes très-étendus, et dont les flancs déchirés par des vallées et des gorges profondes offrent tous les accidents des hautes chaînes; et la puissance de ces dépôts montre que les causes ignées qui ont produit ces roches avaient encore, à l'époque de la formation des trachytes, une intensité prodigieuse.

Si nous examinons maintenant les autres roches cristallines, les diorites, les serpentines, les porphyres et les diverses espèces des roches granitiques, nous pourrons faire pour ces diverses roches des observations analogues à celles que nous avons déjà présentées. Toutes ces masses cristallines présentent des filons souvent effilés vers le haut et dont le sommet n'arrive point jusqu'à la limite supérieure des roches qu'ils traversent; et la matière de ces filons s'est répandue dans les fissures de ces dernières, elle y envoie des ramifications nombreuses et très déliées. Il faut donc que les roches cristallines aient été injectées de bas en haut à l'état fluide, et amenées dans cet état dans les positions qu'elles occupent aujourd'hui. Quelquefois on trouve, au milieu même de la masse des filons, des fragments ou des blocs des roches qu'ils traversent. On conçoit facilement que la matière minérale, poussée des profondeurs du globe avec une force prodigieuse, aura pu briser les roches qu'elle rencontrait sur son passage, et ramener à la surface les fragments de ces roches qu'elle avait détachés et enveloppés dans sa pâte encore fluide. D'ailleurs les altérations que présentent les diverses roches sédimentaires dans le voisinage des roches cristallines sont analogues à celles que nous avons déjà signalées dans le contact des roches basaltiques avec les roches de sédiment. La seule différence que présentent à cet égard quelques-unes de ces masses cristallines, surtout parmi les roches granitiques, c'est que l'influence de ces roches s'est manifestée sur une échelle beaucoup plus vaste et à des distances plus grandes des surfaces de séparation.

Les phénomènes du métamorphisme ou les altérations produites sur les diverses masses minérales par suite de l'influence des roches cristallines sont trop importantes pour que nous ne tâchions pas de les examiner avec quelque détail. Déjà en 1785, Hutton avait avancé que plusieurs masses minérales cristallines avaient été formées d'abord sous les eaux et qu'elles n'avaient reçu que plus tard leur structure cristalline actuelle par l'action d'une chaleur énorme. Les observations de Playfair, de Macculloch, de James Hall, et celles des chimistes modernes ont confirmé cette explication qui est admise aujourd'hui par la plupart des géologues.

Quelques-unes de ces transformations se présentent encore de nos jours. Ainsi les changements qu'on a remarqués sur quelques substances minérales exposées à une température très élevée dans les fourneaux des usines métallurgiques, dans les incendies des houillères ou de quelques édifices, rappellent complètement les changements analogues que ces mêmes substances ont éprouvés dans le voisinage des roches de cristallisation. Dans les houillères embrasées, les matières pierreuses et la houille même présentent souvent les modifications que nous avons signalées dans le voisinage des roches basaltiques.

Nous avons rapporté plus haut la transformation des calcaires terreux en calcaires compactes dans le voisinage des roches cristallines; nous avons attribué cet effet à l'action que ces dernières roches sorties du sein du globe à l'état fluide et incandescent auraient exercée sur les dépôts sédimentaires. Ce qui confirme cette explication, c'est d'abord que les débris d'êtres organisés que renferment ces derniers dépôts ont disparu généralement dans le voisinage des roches cristallines; et, quant à la transformation du calcaire terreux en calcaire compacte, James Hall a montré qu'on peut l'obtenir artificiellement, en soumettant la matière calcaire à une pression très forte et à une température très élevée. Nous avons cité aussi la transformation du calcaire en dolomie. Il faut pour cela que la matière minérale, formée d'abord d'acide carbonique et de chaux seulement, ait été imprégnée de magnésie, qui se serait aussi combinée avec cet acide pour former le carbonate double de chaux et de magnésie qui constitue la dolomie. Quelquefois le même carbonate de chaux ou le calcaire est converti en sulfate de chaux, et ce changement paraît avoir été produit par des émanations d'acide sulfurique ou d'acide sulfhydrique qui auraient réagi sur les calcaires préexistants.

Les exemples les plus remarquables du métamorphisme sont ceux que

l'on a observés dans le voisinage des roches granitiques. Les dépôts de grès sédimentaires y sont devenus des couches de quarz grenu et cristallisé, les argiles schisteuses sont converties en jaspes, ou bien elles ont formé des roches nouvelles et analogues , pour la composition, aux roches granitiques elles-mêmes, mais ordinairement stratifiées, en s'associant de nouvelles substances. C'est de cette manière que M. de Buch suppose que se sont formées les micaschistes, les gneiss, les schistes talqueux et les schistes cristallins renfermant des minéraux. Les effets qu'on a observés dans les hauts fourneaux, où la chaleur parvient à fondre en partie les parois, à y introduire de nouveaux éléments et à changer le caractère de telle ou telle portion de leurs matériaux, peuvent servir à faire concevoir ces résultats, du moins jusqu'à un certain point; car il est impossible, dans l'état actuel de la chimie, de les expliquer d'une manière complète et tout-à-fait satisfaisante.

Les observations que nous venons de rappeler servent à éclaircir l'origine des roches cristallines elles-mêmes. Nous avons dit que ces roches se composent de silice cristallisée et de différents silicates, surtout de silicates alcalins, qui sont aussi ordinairement cristallisés d'une manière plus ou moins parfaite. La structure de ces masses, leur texture cristalline, leur nature ordinairement pierreuse, et les changements qu'elles éprouvent lorsqu'on les expose à une température très élevée qui les convertit en matière vitreuse, ou même en verre parfait, avaient été invoqués pendant longtemps pour réfuter l'opinion qui attribuait à ces masses minérales une origine ignée, analogue à celle des laves volcaniques. Cependant depuis lors des observations directes sur les laves elles-mêmes ont montré que les différences que présentent à cet égard les roches cristallines pouvaient provenir uniquement de ce que ces dernières, au lieu de se refroidir et de se consolider brusquement et sous la pression ordinaire de l'atmosphère, auraient été refroidis lentement et sous une pression très forte. En effet, lorsqu'on expose à un feu violent, dans des creusets, des laves modernes pour les réduire en fusion, et qu'on les laisse refroidir ensuite brusquement, elles ne donnent qu'un verre noir; mais, en les faisant refroidir lentement, on obtient des masses cristallisées d'une cassure raboteuse et grenue, contenant de nombreuses lamelles brillantes, dont les cavités sont remplies de petits cristaux.

On a reconnu d'ailleurs que plusieurs des substances qui entrent dans la composition des roches cristallines se forment encore de nos jours parmi les produits des hauts fourneaux. Ainsi on y a trouvé des cristaux de felspath

et de mica tout-à-fait semblables aux cristaux naturels; la silice s'y présente aussi à l'état fibreux et cristallin; et ces trois substances forment par leur association le plus grand nombre des roches granitiques; le pyroxène augite ou hédenbergite, qui forme une partie essentielle des dolerites et des basaltes, et le péridot ou l'olivine, si abondantes dans les dernières roches, se forment encore de nos jours dans les laves modernes et parmi les scories des usines métallurgiques; MM. Mitscherlich et Berthier sont même parvenus à obtenir ces minéraux de toute pièce, en fondant ensemble, dans un four à porcelaine, les substances qui entrent dans leur composition. Des substances minérales qui sont disséminées dans les roches cristallines, telles que le fer oligiste et l'oxide de fer magnétique ou l'aimant, ont été reconnues également parmi les produits modernes des volcans ou ceux des usines métallurgiques.

En rapprochant ces dernières observations de celles que nous avons rapportées plus haut relativement à l'intrusion de bas en haut de plusieurs des roches cristallines au milieu des dépôts de masses minérales formées auparavant et relativement aux altérations qu'elles ont produites sur ces dernières, on comprendra plus facilement que les éléments des roches cristallines ont été primitivement dans un état de fluidité ignée, et que le mode de formation de substances minérales que nous observons encore dans nos volcans modernes a dû se présenter, pour les masses minérales cristallines, dès les époques les plus anciennes. D'ailleurs l'observation, que généralement les roches fossilifères les plus anciennes sont superposées à des roches cristallines granitiques, a donné lieu de conclure que la formation de ces roches granitiques a précédé celle des roches de sédiment, qui paraissent même formées en grande partie des débris des roches cristallines qu'elles ont recouvertes. Cependant la présence de granites au-dessus des couches du terrain jurassique et celle d'autres roches cristallines au milieu des terrains sédimentaires plus élevés encore, montrent que la formation de ces roches s'est continuée aux diverses époques qui se sont succédées dans la configuration de l'écorce de notre globe.

VII. Nous avons signalé précédemment l'influence produite par les roches cristallines sur la composition chimique des roches sédimentaires qu'elles ont traversées et au milieu desquelles nous les trouvons aujourd'hui. Nous devons maintenant rappeler encore quelques autres effets qui se rattachent à la même cause, et qui serviront à nous rendre compte des dérangements,

des changements de position et de stratification que la plupart des roches sédimentaires ont subis après leur formation. Lorsqu'on réfléchit à la puissance énorme qui se développe au foyer de nos volcans modernes, et qui est capable de soulever des colonnes de lave de plusieurs centaines de mètres de hauteur et de projeter à des hauteurs et à des distances considérables des fragments et des blocs de roche d'un très-grand volume ; lorsqu'en même temps on considère les masses énormes que présentent les roches cristallines comprises au milieu des roches sédimentaires à travers lesquelles elles ont dû se frayer un passage pour occuper leur position actuelle, on a de la peine à se représenter la force prodigieuse avec laquelle ces masses cristallines encore fluides ont dû avoir été soulevées des profondeurs du globe. On conçoit alors que les tremblements de terre qui précèdent souvent les explosions des volcans, les crevasses et les fissures du sol, les soulèvements de terrain qui ont été observés à la suite des éruptions volcaniques modernes, ne peuvent donner qu'une idée très-imparfaite des dérangements et des bouleversements que les masses cristallines ont dû amener dans les roches avec lesquelles elles ont été en contact. C'est là ce que montre également l'observation directe. Ainsi, dans le voisinage des roches cristallines, les roches sédimentaires, au lieu de conserver la position horizontale qu'elles avaient lors de leur formation, ont été relevées ; et les couches de ces roches, qui restent horizontales à une certaine distance de la masse cristalline, sont au contraire plus ou moins fortement inclinées près de cette dernière ; souvent aussi ces couches, poussées violemment de bas en haut, se sont déchirées sur une profondeur plus ou moins considérable ; les deux côtés de la fente ainsi produite ont dans certains cas conservés la même hauteur relative, d'autres fois l'un des côtés s'est affaissé ou relevé par rapport à l'autre. Ces accidents se présentent fréquemment dans les vallées des hautes montagnes. Plusieurs même de ces vallées ont été produites de la manière que nous venons de signaler par la rupture et l'écartement subséquent des couches, et l'on remarque alors que la succession des couches que l'on retrouve superposées de l'un des côtés de la vallée se présente également et dans le même ordre du côté opposé. Les fentes de terrain accompagnées d'un changement de niveau dans les couches ou les *failles* s'observent aussi très fréquemment dans les travaux des mines, surtout dans les mines de houille. L'exploitation de l'une des couches ou veines qu'on supposait s'étendre encore à une grande distance, se trouve subitement arrêtée par la présence d'une de ces failles, et l'on trouve

alors le prolongement de la même couche du côté opposé de la faille, mais à une profondeur plus grande ou plus petite. La succession des diverses couches qui se répètent des deux côtés de la faille, en conservant la même nature et la même épaisseur, démontre que ces couches aujourd'hui séparées ont été autrefois continues et dans le prolongement les unes des autres, et qu'elles se sont affaissées ou soulevées d'une manière inégale pour arriver à leur position actuelle. Les parois des roches ainsi disloquées doivent avoir subi, en glissant les unes contre les autres, un frottement considérable. Aussi trouve-t-on fréquemment les parois des failles couvertes de stries en lignes droites ou de sillons plus ou moins profonds, d'autres fois les parois présentent des surfaces unies, lisses comme polies.

On désigne sous le nom de *filon* l'espace compris entre les côtés opposés des fentes et des failles. L'épaisseur de ces filons est très-variable; il en est qui ont à peine un pouce, tandis que d'autres ont au-delà de 140 pieds de puissance ou d'épaisseur. Ils sont souvent remplis par les roches cristallines qui paraissent, dans la plupart des cas, avoir déterminé le soulèvement des roches déjà formées et les fissures même de ces roches. Mais on y trouve encore d'autres matières très-importantes pour les arts et l'industrie. La plupart des minerais qu'on exploite pour l'extraction des métaux se rencontrent dans des filons. Ces filons métallifères, tout-à-fait analogues aux filons composés de roches cristallines, et qui sont en général parallèles à la direction de ces derniers, paraissent avoir été formés de la même manière, et les matières qui les remplissent paraissent s'être également échappées à l'état fluide ou gazeux des profondeurs du globe.

En étudiant avec soin les dérangements des couches sédimentaires qui recouvrent les escarpements des diverses montagnes, M. Elie de Beaumont est arrivé à des résultats très importants relativement aux époques géologiques auxquelles ces montagnes elles-mêmes ont été formées. Lorsque, sur les flancs d'une montagne, on trouve des couches de sédiment redressées, tandis qu'il en est d'autres qui reposent horizontalement sur les premières, on en conclut que le soulèvement de la montagne a eu lieu après que les premières couches étaient déjà déposées, mais avant la formation de celles qui ont conservé leur position horizontale primitive, et, si l'on parvient alors à déterminer l'âge relatif de ce dernier dépôt horizontal, on a aussi une époque relativement déterminée du soulèvement qui a produit le redressement de l'autre dépôt.

On a reconnu d'ailleurs que les couches soulevées d'un terrain géologique déterminé présentent un alignement uniforme, qu'elles conservent la même direction (1) non-seulement dans les montagnes d'une même chaîne, mais encore dans celles de pays très éloignés; de sorte que les directions diverses des chaînes de montagnes sont aussi les indices de diverses sortes de soulèvements. Ainsi l'on retrouve sur les côtes du pays de Galles des couches soulevées dont la direction est parallèle à celle que présentent les couches semblables du centre de l'Allemagne. La constance de cette direction a été observée depuis longtemps par les mineurs; elle les dirige dans les travaux qu'ils entreprennent pour rechercher les substances minérales cachées dans le sein du globe, lors même qu'à la surface on n'en retrouve pas le moindre indice. Dans le centre du pays plat de la Flandre française, à Valenciennes et à Aniche, on a trouvé, il y a plus d'un siècle, de riches dépots de houille, en suivant la direction des couches houillères de la Belgique qui étaient connues et exploitées depuis longtemps.

Il paraît résulter de ces observations que les couches redressées qui se trouvent sur une même direction ont été soulevées par la même cause et à une même époque. L'ensemble de toutes ces couches constitue ce qu'on nomme un système de soulèvement. En déterminant les directions de toutes les montagnes connues à la surface du globe, M. de Beaumont a reconnu treize systèmes distincts de soulèvement. Le premier de ces systèmes est surtout développé sur les deux rives de la Moselle dans le Hundsruck et l'Eifel et dans le district des lacs de Westmoreland en Angleterre. Les couches siluriennes qui ont été les seules soulevées s'étendent du nord-est 1/4 est au sud-ouest 1/4 ouest et les dépôts dévoniens reposent sur leurs tranches en couches horizontales. Le soulèvement a donc été produit après la formation du terrain silurien et avant celle du terrain dévonien.

(1) Toutes les fois qu'une couche minérale, au lieu d'être exactement de niveau avec l'horizon, penche d'un côté quelconque, on dit qu'elle est inclinée. Celui des quatre points cardinaux ou tout autre point intermédiaire entre deux de ces derniers vers lequel la couche plonge ou penche s'appelle le point d'inclinaison, et la quantité de sa déviation est ce qu'on nomme le degré d'inclinaison ou l'angle d'inclinaison. Quant à la direction, elle est toujours donnée par l'intersection des couches et d'un plan horizontal; elle est donc perpendiculaire au sens de l'inclinaison. L'inclinaison et la direction peuvent très-bien se comparer à un rang de maisons dont la longue suite de toits représente la direction est et ouest de la couche d'ardoises, en même temps que sa double pente indique l'inclinaison de la couche, laquelle est nord d'un côté et sud de l'autre. (*Lyell*).

On peut faire par rapport aux douze autres soulèvements des observations analogues. Le second de ces soulèvements, qui comprend le système des Ballons des Vosges, a relevé les couches dévoniennes sans affecter celles du terrain houiller; il a donc eu lieu avant que ces dernières couches eûssent été déposées. Le troisième soulèvement, ou le système du nord de l'Angleterre, paraît avoir agi entre la formation du terrain houiller et celle du terrain pénéen. Le quatrième, ou le système des Pays-Bas et du sud du pays de Galles, s'est manifesté entre la formation des couches inférieures du terrain pénéen et celle du grés des Vosges, qui appartient aux dépôts supérieurs de ce même terrain. C'est ce soulèvement qui a produit le relèvement, les failles et les contournements des houillères de notre pays. Chacun des soulèvements suivants a eu lieu également entre la formation de deux dépôts géologiques; ce qui montre que les mêmes causes ont réagi sur l'écorce du globe aux diverses époques. Le treizième et le dernier de ces soulèvements paraît avoir produit la chaîne des Andes ou des Cordillières, qui traverse une grande partie du continent américain du nord au sud, et qui, avec sa grande quantité de soupiraux volcaniques, « forme, dit M. de Beaumont, le trait le plus étendu, le plus tranché et, pour ainsi dire, le moins effacé de la configuration actuelle du globe. »

Nous avons cru devoir exposer avec quelques détails les observations principales relatives à la position et à la composition des diverses masses minérales qui composent la partie supérieure de l'écorce solide de notre globe; nous devons maintenant tâcher de remonter à l'origine même de la formation de ces masses et d'expliquer les divers changements qu'elles ont éprouvés depuis cette première époque.

VIII. Avant d'aborder l'exposé de la théorie de la formation de la terre, nous rappellerons en peu de mots quelques notions préliminaires relativement à la figure de notre globe.

Des observations nombreuses physiques et astronomiques, et les opérations géodésiques qu'on a faites pour mesurer directement la configuration de la surface terrestre, démontrent que la terre est un globe isolé de toutes parts dans l'espace, dont le rayon moyen ou la distance d'un point de la surface au centre est de 6,366,407 mètres, et dont la surface est évaluée à 5,098,587 myriamètres carrés. Le quart seulement de cette surface est occupé par la terre ferme, et les trois quarts qui restent sont recouverts par les eaux.

Dans la détermination de la figure du globe, on peut négliger sans inconvénient les inégalités produites par les montagnes ; car la hauteur des montagnes même les plus élevées représenterait à peine une élévation d'un millimètre sur une sphère de 2 mètres de diamètre. Cependant on a reconnu que, même en faisant abstraction de ces inégalités, la terre n'est pas une sphère parfaite dans laquelle tous les points de la surface seraient à égale distance du centre, mais qu'elle est un sphéroïde aplati vers les pôles et renflé vers l'équateur. Cet aplatissement est de $\frac{1}{305}$ du rayon de l'équateur; de manière que le demi petit axe ou la distance de l'un des pôles au centre n'est que de 6,355,943 mètres, tandis que le demi grand axe ou la distance d'un des points de l'équateur au même centre est de 6,376,851 mètres. La différence qui est de 20,908 mètres pourrait d'abord paraître de peu d'importance sur un globe si énorme, puisqu'elle ne correspondrait qu'à un centimètre sur un globe de plus de 6 mètres de diamètre ; cependant cette différence n'en produit pas moins une influence très-sensible sur les mouvements de la terre et de la lune, et cette influence se manifeste également dans les phénomènes que nous observons à la surface de notre planète (1).

(1) L'aplatissement du sphéroïde terrestre peut être déterminé d'abord par les opérations géodésiques. Si la terre était une sphère parfaite, tous les degrés d'un même méridien auraient la même longueur; mais, en comparant les mesures des arcs du méridien faites en divers lieux du globe, on a reconnu que la longueur d'un degré du méridien terrestre va en général en augmentant à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur pour se rapprocher des pôles. On a conclu delà que la terre est aplatie vers les pôles ; la valeur de l'aplatissement déduite de la mesure de l'arc du méridien compris entre Montjuny et Formentera est, d'après les calculs de M. Puissant, de $\frac{1}{304}$ (*).

L'aplatissement de notre globe produit, dans les mouvements des corps célestes qui dépendent de l'attraction que le globe exerce sur eux, des variations et des irrégularités qui permettent de calculer aussi la valeur de l'aplatissement. On conçoit en général que l'attraction produite par un sphéroïde aplati doit être différente de celle qui serait produite par une sphère de même matière. Dans le dernier cas l'action résultante des molécules de toute la masse réside dans le centre de la sphère, elle agit uniformément et de la même manière dans la direction d'un rayon quelconque. Dans le sphéroïde au contraire, le renflement de la masse parallèlement à l'équateur doit modifier

(*) *Institut*. 1836. P. 139.

Un élément dont la considération est de la plus grande importance dans la théorie de la formation de la terre, c'est la densité du globe ou le rapport de sa masse à son volume. On sait que les différents corps de la nature présentent, à volume égal, des poids qui diffèrent en général d'un corps à un autre; et, comme on suppose que le poids d'un corps est proportionnel à sa masse ou à la quantité de matière pondérable qu'il renferme, il s'ensuit que les différents corps présentent aussi des masses différentes sous un même volume. En cherchant d'après cela le poids ou la masse des différents corps sous un certain volume, et en le comparant au poids ou à la masse d'un même volume d'un corps déterminé et que l'on prend comme point de comparaison, on obtient ce qu'on appelle la densité de ces corps. Les expériences de Cavendish et de Maskelyne ont montré que la densité du globe terrestre est égale à environ 5 fois la densité de l'eau, c'est-à-dire, que le globe pris dans son ensemble pèse environ cinq fois autant que s'il était entièrement

l'attraction produite par le reste de la masse qu'on peut supposer répartie uniformément autour du centre, et l'action totale du sphéroïde ne sera plus la même dans les diverses positions que l'axe du globe est susceptible de prendre par rapport au plan des orbites des autres astres. Les inégalités du mouvement lunaire qui dépendent de l'aplatissement de la terre ont conduit à donner à cet aplatissement la valeur de $\frac{1}{305}$ environ.

L'influence produite par l'aplatissement de la terre se manifeste sur la terre même par les variations qui en résultent dans la pesanteur des corps. Les observations du pendule faites aux diverses latitudes ont prouvé que la pesanteur augmente en général lorsqu'on s'éloigne de l'équateur pour se rapprocher des pôles, qu'elle est la plus petite possible à l'équateur et la plus grande vers les pôles; on a reconnu que cette différence de pesanteur à l'équateur et au pôle est de $\frac{1}{185}$. Cette diminution de la pesanteur à l'équateur s'explique en partie parce que, la terre ayant un mouvement de rotation sur son axe, chaque point de sa surface décrit en un jour une circonférence de cercle: la force centrifuge qui résulte de ce mouvement et qui tend à diminuer la gravité est aussi la plus grande à l'équateur où la vitesse de rotation est la plus grande et cette force diminue ensuite progressivement jusqu'au pôle où la vitesse de rotation et par conséquent la force centrifuge est nulle. Cependant la force centrifuge ne peut diminuer la pesanteur que de $\frac{1}{288}$. L'effet de cette force ne suffit donc pas pour expliquer les différences de pesanteur indiquées par les observations du pendule. Mais la théorie de l'attraction indique que l'aplatissement du globe contribue aussi à diminuer la pesanteur sous l'équateur et même, en calculant quel doit être cet aplatissement pour produire les différences qu'on observe, on retrouve encore un nombre approché de celui que nous avons rapporté plus haut.

formé d'eau (1). Cependant l'observation montre que la densité des substances minérales qui forment presqu'exclusivement la partie solide de l'écorce du globe est seulement égale à deux et demi fois la densité de l'eau; il faut donc que le noyau ou la masse interne de la terre renferme une quantité proportionnellement plus considérable des substances métalliques qui sont si peu abondantes à la surface. D'ailleurs les observations du pendule dans les divers points du globe et à de grandes profondeurs indiquent que la densité des couches concentriques qui composent l'écorce du globe s'accroît rapidement à mesure qu'on descend au-dessous de la surface terrestre.

IX. Nous avons rappelé précédemment les observations principales qui tendent à montrer que les roches de cristallisation ont été primitivement à l'état fluide et que leurs éléments étaient, au moment de la formation de ces roches, maintenus à cet état par une chaleur énorme. Les phénomènes que présentent nos volcans modernes indiquent aussi que, de nos jours même, il existe, dans les profondeurs du globe, un foyer de chaleur capable de maintenir à l'état fluide les masses minérales qui sont amenées au jour en cet état. De plus, les diverses observations que l'on a faites sur la température des couches terrestres aux diverses profondeurs confirment également l'hypothèse d'une chaleur centrale propre à la terre et croissant avec la profondeur. Il est bien prouvé aujourd'hui que les variations de température diurnes et annuelles qu'on observe dans l'air et à la surface du sol deviennent insensibles à une certaine profondeur, et qu'il existe pour chaque endroit une profondeur déterminée où la température reste constante ou invariablement la même pendant toute l'année. On a reconnu aussi que la température observée va successivement en augmentant, à mesure que l'on descend ensuite à des profondeurs plus grandes que celle de la température constante. D'après les observations de la température de l'air dans les mines les plus profondes et de celle des eaux amenées des diverses profondeurs, cet accroissement de température est de 1 degré du thermomètre centigrade par 20 à 30 mètres de profondeur.

Si l'on suppose maintenant que cet accroissement de température, que l'on observe jusqu'aux plus grandes profondeurs qu'on ait pu atteindre, se conserve encore de la même manière au-dessous de cette limite, on arrive à ce résultat que le globe possède à une profondeur de 3 kilomètres une

(1) D'Aubuisson de Voisins, *Traité de géognosie*, tome 1, p. 28.

température égale à celle de l'eau bouillante, et qu'à 20 kilomètres de profondeur cette température est assez élevée pour maintenir en fusion les roches cristallines. Ainsi la terre que nous habitons paraît être un globe immense dont le noyau ou la masse interne est encore en fusion et dont l'écorce solide ne forme qu'une couche très-mince relativement aux dimensions de toute la masse. Si nous considérons en outre que les roches cristallines qui forment une portion si notable de l'écorce du globe ont été primitivement toutes à l'état fluide, on se reporte par la pensée à une époque antérieure à laquelle l'écorce solide actuelle de la terre n'existait pas encore et à laquelle le globe tout entier ne formait qu'une masse fluide et incandescente, et l'on est amené à rechercher de quelle manière cette écorce solide a pu se former d'abord et arriver ensuite à son état actuel.

Isolée dans l'espace et environnée de toute part d'un milieu dont la température était de beaucoup inférieure à celle qu'elle possédait elle-même, la masse incandescente du globe a dû se refroidir et le résultat de ce refroidissement aura produit la consolidation des roches cristallines les plus anciennnes qui formaient ainsi, au-dessus du noyau liquide, une couche solide très-mince et dont l'épaisseur devait augmenter d'abord d'une manière beaucoup plus rapide lorsque ce refroidissement était plus considérable; mais, à mesure que l'écorce elle-même augmentait d'épaisseur, la chaleur interne ne pouvait plus se transmettre que plus difficilement à travers les couches consolidées, les effets du refroidissement et l'accroissement même de la croûte superficielle devaient donc aussi devenir moins prononcés.

Nous pouvons déterminer d'après les lois connues de la nature, quelle a dû être la figure de la terre à l'époque de sa première formation.

Pendant que les matériaux qui composent la masse du globe étaient encore à l'état fluide, la figure de cette masse devait être déterminée par les conditions nécessaires pour l'équilibre d'une masse fluide sollicitée par les forces qui agissaient alors sur notre globe. Or la théorie indique que, lorsqu'une telle masse est en repos, pour que les conditions de l'équilibre soient satisfaites, il faut que la masse elle-même ait la forme d'une sphère. Alors toutes les molécules de la surface, se trouvant à égale distance du centre de la sphère, où les forces attractives de toute la masse sont en quelque sorte concentrées, sont aussi également attirées ou sollicitées vers l'intérieur avec une même intensité; elles devront donc se faire mutuellement équilibre et conserver leur position sans se déplacer les unes par rapport aux autres,

tant qu'une force extérieure ne vient pas détruire cet équilibre. Ainsi la terre encore à l'état fluide aurait dû prendre la forme d'une sphère et les premières couches solides formées à sa surface auraient conservé cette forme, si la masse du globe avait été elle-même en repos. Mais nous savons que le globe accomplit tous les jours une révolution complète sur son axe et que c'est ce mouvement diurne de la terre qui produit pour nous la révolution apparente du soleil, de la lune et des étoiles dans l'espace de 24 heures; et, comme il n'y a pas de raison de supposer que la terre n'ait pas eu ce même mouvement dès avant sa solidification, les conditions d'équilibre n'auront donc pu être les mêmes que dans la première supposition de la terre en repos. En effet, pendant que la terre était animée d'un mouvement de rotation sur son axe, chaque point de sa surface, décrivant tous les jours une circonférence de cercle, devait tendre à s'éloigner du centre du cercle parcouru, comme nous le voyons dans tous les corps qui se meuvent de cette manière. D'ailleurs les divers points d'un même méridien décrivaient ainsi des cercles dont les diamètres allaient en augmentant à partir des pôles jusqu'à l'équateur ; et, comme la force centrifuge est elle-même d'autant plus grande que le diamètre du cercle parcouru est plus considérable, il s'ensuit que cette force devait agir avec une intensité beaucoup plus grande à l'équateur que vers les pôles. On conçoit donc que la forme sphérique que le globe aurait prise dans le cas du repos a dû être modifiée par son mouvement de rotation. Les principes de l'hydrostatique montrent que la forme de la terre devait être alors celle d'un sphéroïde aplati vers les pôles et renflé vers l'équateur; de plus, en calculant la valeur de l'aplatissement pour une masse fluide placée dans les circonstances où se trouvait la terre à son origine, on trouve que cet aplatissement indiqué par la théorie est précisément celui que la terre possède d'après les observations directes et que nous avons rapporté ci-dessus (1). Ces observations confirment donc

(1) En cherchant à déterminer la figure de la terre d'après les lois de l'équilibre des fluides, Newton trouva d'abord que l'aplatissement de la terre devait être de $\frac{1}{230}$; il supposait que la masse du globe était homogène en densité. Clairault montra que cette hypothèse est inadmissible. Il prouva que, si la terre était homogène, l'excès du rayon de l'équateur serait en effet de $\frac{1}{230}$ et que l'accroissement de la pesanteur, de l'équateur au pôle, devrait alors suivre le rapport inverse de la longueur des rayons et par conséquent être $\frac{1}{230}$. Or l'observation du pendule a montré que cet accroissement est réel-

d'une manière remarquable l'hypothèse de la fluidité primitive du globe et celle de la formation de son écorce par le refroidissement de cette masse fluide.

Ce refroidissement devait être accompagné de phénomènes chimiques très-importants. Plusieurs substances surtout les métaux et même les radicaux des terres et des alcalis, le silicium, l'aluminium, le calcium, le magnesium, le sodium et le potassium, dont la plupart ne se trouvent dans la nature que combinés avec l'oxigène, étaient probablement, à cette première époque, à l'état libre et non combinés avec ce dernier principe. L'oxidation de ces substances ne pouvait se manifester qu'à la surface où la masse fluide était en contact avec l'air environnant et aux dépens de l'oxigène de cet air. D'ailleurs les parties de la surface en passant de l'état liquide ou même de celui de fluide aériforme à l'état solide devaient diminuer de volume. La croûte solide, en se contractant par l'effet de l'abaissement de la température, devait comprimer l'intérieur encore liquide jusqu'à ce qu'il se fût formé des fractures par lesquelles une partie de cette masse liquide ou pâteuse s'épanchait à la surface. De là les premières rugosités, les premières rides à la surface du globe.

Mais, à mesure que le refroidissement faisait des progrès, les résultats de cette première cause se modifiaient, et il a dû arriver une époque, dans laquelle la terre semble se trouver depuis longtemps, où, la température de la terre ne s'abaissant plus que d'une quantité insensible, l'enveloppe solide ne se contracte plus qu'avec une lenteur extrême, tandis que la température de la masse fluide en contact avec cette enveloppe diminue plus rapidement et éprouve un retrait plus considérable. Il faut donc que la croûte solide, pour ne pas cesser d'embrasser la partie fluide qui la supporte, éprouve un refoulement sur elle-même et, si une partie de sa masse peut rentrer dans l'intérieur, une portion doit tendre dans le haut à se porter au-dehors et par conséquent à former des rides en se soulevant et à disloquer toutes les cou-

lement de $\frac{1}{185}$. Il s'ensuit donc que la terre est plus dense dans son intérieur qu'à sa surface et que l'augmentation de densité vers le centre diminue l'effet que la force centrifuge exerce sur les couches superficielles. Clairault prouva encore que l'aplatissement est égal à $\frac{5}{2}$ du rapport de la force centrifuge à celle de la pesanteur sous l'équateur moins l'accroissement de la pesanteur de l'équateur au pôle; cet aplatissement sera donc $\frac{5}{2}\frac{1}{288}$ moins $\frac{1}{185}$ ou $\frac{1}{305}$.

ches superficielles. M. De Beaumont suppose que la formation de ces rides a eu lieu par des révolutions brusques et que la simplicité qui préside à toutes les opérations de la nature devait donner à toutes les rides formées par une même révolution une direction parallèle à un même grand cercle de la terre; d'où il résulterait que toutes les montagnes formées à la même époque devraient avoir la même direction. Nous avons rapporté précédemment les observations de ce savant géologue qui confirment cette explication.

La haute température du globe dans son premier état d'incandescence devait empêcher les eaux de prendre l'état liquide à sa surface. Elles étaient alors maintenues en vapeur dans l'atmosphère gazeuse qui environnait le globe; elles s'y trouvaient mêlées avec les vapeurs de plusieurs substances que nous ne connaissons aujourd'hui qu'à l'état liquide ou solide. Ce n'est qu'après que le rayonnement aura suffisamment refroidi la surface de la croûte que ces substances et les eaux mêmes auront pu se précipiter.

Les diverses parties de la surface, en se refroidissant d'une manière différente, présentaient dès l'origine des irrégularités de niveau assez prononcées pour que les eaux n'occupassent qu'une partie limitée de cette surface, tandis que d'autres parties s'élevaient déjà au-dessus du niveau de ce liquide. Les observations géodésiques ont montré que la surface de niveau du sphéroïde terrestre présente en Europe une série d'élévations et de dépressions. Le sol de l'Auvergne présente une gibbosité, un renflement allongé du sud au nord et qui est tel que l'arc du méridien passant par cette gibbosité ferait supposer, comme l'a calculé M. Puissant, que la terre serait aplatie de $\frac{1}{88}$ au lieu de $\frac{1}{305}$ qui est la valeur de l'aplatissement moyen. Les observations géodésiques qui conduisent à ce résultat sont confirmées par celles qu'on a faites sur la longueur du pendule et sur la hauteur moyenne du baromètre. La présence des eaux liquides, plus conductrices de la chaleur que les masses déjà solidifiées, sur des parties séparées de la surface du globe devait produire encore de nouvelles irrégularités dans la marche du refroidissement.

Dès que les substances minérales contenues d'abord à l'état aériforme dans l'atmosphère du globe auront pu se refroidir assez pour passer à l'état liquide ou solide, la précipitation de ces substances et les réactions chimiques produites par le contact de ces substances avec celles de la surface devaient former de nouveaux dépots. D'ailleurs le contact des eaux violemment agitées avec les matériaux déjà déposés tendait à désagréger ces matériaux;

les substances qui les composaient remaniées par les eaux produisaient encore de nouveaux dépots formés successivement et stratifiés, mais analogues pour la composition à ceux de la première écorce. Tel paraît avoir été le mode de formation de quelques-unes des roches stratifiées non fossilifères; tandis que les débris des roches préexistantes, brisés et triturés en parties plus fines se déposaient au fond des eaux et composaient la vase qui devait former ensuite le schiste argileux le plus ancien.

Les dislocations et les soulèvements que le progrès du refroidissement produisait successivement dans la croûte du globe étaient accompagnés de la formation d'autres dépots différents des précédents. Il dut en résulter des secousses et des fentes qui permirent à des parties de la masse interne encore fluide refoulée de l'intérieur de se frayer un passage à travers ces interstices et même de se déverser au-dessus des dépôts de la surface.

La nature des masses minérales qui sont sorties à l'état pâteux ou fluide de l'intérieur de la terre a varié d'une manière remarquable depuis les premières époques auxquelles nous puissions remonter jusqu'à nos jours. Nous ignorons quelles étaient les roches qui se sont formées lors de la première consolidation de la surface du globe. On a admis pendant longtemps que le granite constituait le terrain le plus ancien, le terrain fondamental qui supportait tous les autres; mais nous avons rappelé (1) que les roches granitiques se sont épanchées à diverses époques à travers les dépôts sédimentaires et que la formation de quelques-unes de ces roches paraît être postérieure à celle de ces mêmes dépôts. Cependant la présence des granites au-dessous des terrains stratifiés sur des étendues de pays très-considérables et la grande abondance des dépôts composés des matériaux qui résultent de la destruction de ces roches portent encore à conclure que le granite constitue en effet la base principale de nos continents. Mais il nous est impossible de distinguer aujourd'hui celles de ces roches qui se seraient formées primitivement et qui auraient été simplement soulevées à la surface, de celles dont la formation est postérieure et qui sont venues s'intercaler par de larges fentes dans toutes les formations.

Les roches ignées de la série des porphyres, dont la formation paraît succéder à celle des granites, présentent pour la composition chimique les plus grands rapports avec ces derniers surtout dans les endroits où ces deux

(1) Voir ci-dessus, p. 66.

roches sont en contact. Mais la structure qui distingue les premières semble indiquer que la masse minérale épanchée de l'intérieur à l'état liquide ou de consistance pâteuse a été soumise à un refroidissement plus rapide et n'a pu cristalliser d'une manière aussi régulière que celle qui a formé les granites.

Après la formation des porphyres, nous trouvons dans l'ordre d'ancienneté les roches trappéennes, les serpentines, les diallages, puis les trachytes et les basaltes. Si l'on considère l'ensemble de ces roches d'éruption, on reconnaît d'abord que la silice est plus abondante dans les roches les plus anciennes, tandis que la proportion de la chaux et de la magnésie augmente dans les roches trappéennes qui renferment comme éléments essentiels l'amphibole et le pyroxène. Cette variation de composition chimique correspond à des différences de fusibilité qui sont surtout évidentes dans les termes extrêmes de cette série de roches. On reconnaît aussi facilement, d'après les pesanteurs spécifiques des minéraux qui constituent les roches que leur densité a été en augmentant des granites aux basaltes.

X. Après avoir rapporté les conclusions de la géogénie relativement à la formation des dépôts de roches cristallines, désignés sous le nom de dépôts plutoniens, il nous reste à indiquer sommairement le mode de formation des autres dépôts composés de roches stratifiées fossilifères, connus sous le nom de dépôts neptuniens.

Nous avons rappelé précédemment (1) l'analogie que présentent les roches de cette dernière division avec des dépôts modernes formés par les eaux de la mer et des rivières et par celles des sources minérales. Cependant, en considérant la quantité énorme de roches neptuniennes répandues à la surface du globe, la puissance et l'étendue de ces masses et la nature des substances qui les composent, on se demande comment les eaux ont pu se charger des matériaux qui ont donné naissance à ces masses. Plusieurs de ces dépôts ont été évidemment formés des substances désagrégées de roches préexistantes, brisées et ballotées par les eaux; mais cette action mécanique ne suffit pas pour se rendre compte de la formation de plusieurs autres dépôts pour lesquels il a fallu nécessairement l'intervention de forces chimiques très-puissantes. On sait que les caux thermales tiennent en solution un grand nombre de substances minérales et que l'action chimique de ces eaux

(1) Voir ci-dessus, p. 37, 39.

est d'autant plus grande et les dépôts qui en résultent d'autant plus considérables que la température de ces eaux est plus élevée et qu'elles renferment un plus grand nombre de dissolvants gazeux. Cette observation a porté à supposer que la haute température de la croûte du globe aux premières époques géologiques et le dégagement plus abondant des substances gazeuses de l'intérieur refoulées par les contractions de la surface devaient donner aux eaux de la surface des propriétés chimiques beaucoup plus énergiques que toutes celles que nous pouvons observer de nos jours.

L'examen des diverses roches qui composent les dépôts neptuniens démontre que ces roches présentent des caractères très-différents. Plusieurs de ces dépôts ont été formés sous les eaux douces des lacs et des rivières, tandis que d'autres en plus grand nombre présentent tous les caractères de dépôts marins. Souvent on trouve dans un même endroit des roches appartenant à ces deux modes de formation alternant entr'elles. Il résulte de là que la surface du sol a dû être occupée successivement par les eaux douces et par l'océan. Plusieurs faits indiquent encore que des terrains formés d'abord sous les eaux ont été relevés ensuite, que d'autres au contraire se sont affaissés et que dans plusieurs cas ces soulèvements et ces affaissements se sont présentés à plusieurs reprises. De pareils dérangements du sol ont dû en effet se produire pendant les dislocations amenées par le refroidissement du globe. Il est d'ailleurs reconnu que des changements analogues dans le niveau du sol ont eu lieu depuis les époques historiques et qu'ils se manifestent encore de nos jours dans quelques localités.

Pendant que la croûte du globe devenait de plus en plus épaisse par les divers dépôts dont nous venons de parler, la température de sa surface allait successivement en diminuant. Il dut en résulter, après un long espace de temps, un état de température approprié à l'existence et au développement des êtres vivants. Il serait sans doute difficile d'assigner quelle était cette température lors de l'apparition de la vie sur notre globe. Si nous connaissons aujourd'hui des plantes et des animaux qui vivent et se développent dans des eaux thermales de 25 à 69 degrés, il est permis de supposer que les premiers êtres vivants ont pu être organisés de manière à supporter une température assez élevée. Il est d'ailleurs probable que l'apparition de ces êtres ne s'est pas faite simultanément sur toute la surface de la terre. L'épaisseur inégale que présente la croûte terrestre dans les divers endroits (1)

(1) En comparant les observations de la température faites à diverses profondeurs,

et les différences qu'on observe par rapport à la transmission de la chaleur dans les diverses roches pouvaient produire à cet égard des variations notables sur des points du globe même assez rapprochés.

Les observations que l'on a faites sur les êtres organisés dont nous retrouvons les débris dans les couches du globe confirment également la théorie que nous avons exposée; elles indiquent que la température à la surface de la terre a dû être autrefois beaucoup plus élevée et qu'elle est allée successivement en diminuant depuis les premières époques géologiques jusqu'à la période actuelle; elles indiquent encore que la distribution de la chaleur était autrefois plus uniforme qu'elle ne l'est de nos jours.

Ainsi le développement prodigieux du règne végétal à l'époque de la formation du terrain houiller nous montre que l'état de la terre réunissait alors les circonstances les plus favorables à ce développement. Une température moyenne supérieure à celle qui existe aujourd'hui sous la zone torride (1),

M. Cordier a trouvé que la profondeur qui correspond à l'accroissement de 1 degré de chaleur souterraine était de 36 mètres pour Carmeaux, de 19 mètres pour Littry et de 15 mètres pour Decise. En calculant d'après ces données la profondeur de la croûte du globe où la température doit être de 100 degrés du pyromètre de Wedgwood, température qui serait capable de fondre toutes les laves et une grande partie des roches connues, il a trouvé que cette profondeur est de 53 lieues de 5000 mètres à Carmeaux, de 30 lieues à Littry et de 23 lieues à Decize; nombres qui correspondent à $\frac{1}{23}$, $\frac{1}{42}$ et $\frac{1}{55}$ du moyen rayon terrestre (*).

(1) La chaleur propre du globe ne parait pas suffisante pour expliquer le développement si remarquable des êtres organisés pendant les périodes anciennes. M. de Beaumont a cherché quelle pouvait être la température du sol à l'époque du terrain houiller. Nous avons vu ci-dessus que la température de la terre augmente avec la profondeur et que cette augmentation est de 1 degré par 30 mètres ou $\frac{1}{30}$ de degré par mètre. On a d'ailleurs remarqué que la température moyenne du sol près de la surface est plus élevée que celle que l'influence du soleil et de l'atmosphère tendent à lui communiquer. Cet excès de température est aussi de $\frac{1}{30}$ de degré; il parait provenir de la chaleur interne qui continue de se dissiper lentement à travers les couches solides du globe. A l'époque du terrain houiller la croûte du globe devait être bien moins épaisse, et la propagation de la chaleur bien plus rapide; l'augmentation de chaleur pour une même profondeur devait donc être aussi beaucoup plus considérable. M. de Beaumont admet, d'après diverses considérations géologiques, que cette augmentation était alors de $\frac{1}{3}$ de degré par mètre et par conséquent dix fois plus grande que de nos jours; mais alors l'excès de la température produit par la chaleur interne ne pouvait dé-

(*) Cordier, *Essai sur la température de l'intérieur de la terre*. p. 63, 66.

des sources thermales en abondance, des vapeurs aqueuses chaudes, et probablement un excès d'acide carbonique dans l'air, accumulaient, dans les archipels de l'océan, des générations nombreuses de végétaux qui devaient après tant de siècles fournir à l'homme les ressources les plus précieuses pour ses besoins et son industrie.

Dans la suite, l'air atmosphérique débarrassé de son excès d'acide carbonique par la végétation et par la quantité prodigieuse de cet acide que nous trouvons condensé dans les roches calcaires de ces époques, devint de plus en plus propre à la respiration des animaux terrestres. C'est à la suite de ces changements dans les circonstances atmosphériques que nous voyons paraître à la surface du globe : d'abord d'énormes sauriens, puis à des époques très-éloignées, des animaux mammifères encore très-différents des genres connus et qui se rapprochent de plus en plus de ces derniers à mesure que l'état du globe se rapprochait de celui que nous connaissons aujourd'hui. Cependant l'apparition des êtres organisés sur le globe ne fut point un obstacle à la formation de nouveaux dépôts de substances minérales. La disposition que présentent les débris de ces êtres au milieu des dépôts qui les renferment nous montre également : que la surface du globe a été le théâtre de bouleversements nombreux, que plusieurs des êtres organisés ont été les victimes de catastrophes subites et violentes, que dans la suite des temps des espèces et des genres plus anciens ont été détruits et remplacés par d'autres plus nouveaux et que ceux-ci ont disparu à leur tour à des époques plus rapprochées de nous pour céder la place à ceux qui vivent encore de nos jours.

Ainsi les mêmes causes se reproduisent dans toute la série des époques géologiques, avec des modifications amenées par les changements introduits successivement par ces causes mêmes : ce sont d'un côté la production des couches formées aux dépens de matières minérales préexistantes, tenues en suspension ou dissoutes par les eaux, l'apparition d'êtres organisés ap-

passer $\frac{1}{3}$ de degré, quantité insuffisante pour rendre compte de la différence du climat à cette époque avec nos climats actuels. Il attribue cette différence à l'absence des glaces polaires, à la température plus uniforme des eaux de la mer aux diverses profondeurs et plus élevée à la surface, à des sources thermales et des jets de vapeur chaudes; il devait résulter de là, pendant l'absence du soleil, une formation plus abondante de brouillards qui tempéraient le froid des hivers et des nuits, sans rien changer à la chaleur des étés et par conséquent une température moyenne plus douce et plus uniforme.

propriés aux différents états dans lesquels se trouvait la surface du globe; d'un autre côté l'émersion de nouvelles masses minérales amenées des profondeurs de la terre, les dérangements et les altérations métamorphiques qui en résultent sur les masses sédimentaires déjà formées. Cependant ces bouleversements d'abord très-fréquents deviennent de plus en plus rares et ne produisent plus que des effets moins importants. « C'est, dit M. de Leonhard, sans pouvoir comprendre les secrets de la nature, que l'on jette un regard sur cette époque antérieure de bouleversements et en même temps sur le passage successif aux résultats les plus bienfaisants et les plus utiles; la préparation de la surface de la terre à devenir un lieu d'habitation pour l'homme, l'agrandissement des continents, le resserrement des eaux dans les contrées plus basses, l'aplanissement des vallées profondes, le reliement des chaînes de montagnes avec les autres parties de l'écorce de notre planète » (1). C'est, pouvons-nous ajouter, avec un sentiment de reconnaissance religieuse, que nous voyons l'homme, ce chef-d'œuvre de la création, compléter la série des créations précédentes; ce roi de la nature introduit dans son domaine, alors seulement que ce domaine était suffisamment consolidé et approprié pour ses besoins et sa jouissance par la main toute puissante du Créateur.

XI. Nous ne pouvons laisser passer inaperçues les objections qu'on a faites quelquefois contre la théorie géogénique que nous venons d'exposer. Pourquoi, nous dit-on, recourir à des bouleversements aussi prodigieux que ceux que suppose la géologie? Pourquoi ces soulèvements et ces affaissements, cette irruption et ce retrait des eaux de la mer, qui auraient affecté des régions très-étendues, tandis que la configuration actuelle de la surface du globe s'accorde si bien avec tout ce que l'histoire nous apprend à cet égard aux époques les plus reculées? Pourquoi cette énergie si formidable qu'on attribue aux éruptions des roches plutoniques, lorsque les phénomènes volcaniques, dont nous pouvons étudier l'influence, se bornent à des effets secondaires et cela dans des localités très-restreintes et peu nombreuses? Pourquoi enfin ces créations successives d'êtres vivants qui n'auraient paru sur la terre aux diverses époques que pour disparaître ensuite sous l'empire des diverses causes destructives qu'on a imaginées? Pourquoi toutes ces hypothèses si contraires à tout ce que nous observons de nos jours

(1) V. Leonhard's, *populäre Geologie*, B. 2, s. 79.

par rapport à la stabilité de la marche de la nature? Pourquoi supposer que des époques indéterminées de confusion et de désordre aient été nécessaires pour arriver au calme général, à l'ordre actuel, comme si le Créateur s'était plu à faire et à défaire successivement son œuvre?

Les développements que nous avons présentés suffisent déjà pour répondre en partie à ces objections. Nous avons vu en effet que, si la marche actuelle de la nature ne nous présente pas des exemples de bouleversements aussi considérables que ceux que nous supposons dans les époques géologiques, elle ne laisse pas de nous offrir des faits nombreux et bien constatés qui nous présentent la plus grande analogie avec ceux des époques antérieures. Nous nous bornerons à rappeler ce que nous avons dit précédemment par rapport à la liaison qui existe entre les phénomènes volcaniques et ceux que nous indiquent les diverses observations sur les roches cristallines depuis le basalte si semblable à quelques-unes de nos laves modernes jusqu'au granite le plus ancien, et par rapport à l'analogie que nous observons entre plusieurs de nos formations sédimentaires modernes et celles des époques les plus reculées. Nous avons indiqué également que, même depuis les temps historiques, la distribution des eaux et des terres fermes n'a pas été aussi constante qu'on pourrait le supposer d'abord. Les attérissements formés par les eaux de la mer et des rivières, des inondations subites et violentes, les tremblements de terre, les explosions de volcans ont à plusieurs reprises produit à cet égard des différences assez considérables. Nous ajouterons encore que des soulèvements et des affaissements se sont manifestés plus d'une fois et qu'ils se continuent encore de nos jours. Tels sont l'apparition de plusieurs îles nouvelles soulevées du sein des mers, le soulèvement du Monte-Novo près de Naples en 1538, celui d'un terrain de quatre milles carrés au Mexique, qui s'éleva en une nuit à une hauteur de 160 mètres vers le centre, enfin le soulèvement lent et graduel qu'on observe sur les côtes de la Suède et de Finlande; tel est d'un autre côté l'affaissement lent et progressif des côtes de Scanie, celui des côtes occidentales du Groenland et la présence sur plusieurs de nos côtes en Europe de forêts sous-marines, composées de végétaux semblables à ceux qui existent encore dans les terres et que tout annonce avoir vécu sur place à l'endroit même où on les trouve et qui est aujourd'hui au-dessous du niveau des eaux. Tous ces faits nous indiquent que nous pouvons rattacher les phénomènes qui ont dû se manifester dès les premières époques géologiques à ceux qui caractérisent notre

époque. Tout porte à croire que les premiers ont été produits par les mêmes causes que celles que nous connaissons aujourd'hui et que les différences que nous observons à cet égard proviennent uniquement des circonstances particulières dans lesquelles la terre a dû se trouver successivement depuis sa première formation.

Quant à l'objection, que l'on ne conçoit guère quel aurait pu être le but de tous les bouleversements que suppose la géologie, sans pouvoir assigner toutes les raisons qui ont pu déterminer pour la composition de l'écorce du globe un tel mode de formation, nous pouvons cependant indiquer des raisons suffisantes pour légitimer, s'il est permis de parler ainsi, ces bouleversements et pour prouver les résultats salutaires qu'ils ont produits pour les besoins et les avantages de l'homme.

Nous pourrions faire remarquer d'abord que c'est à ces dérangements successifs que nous sommes redevables de la répartition actuelle des continents et des mers, des inégalités alternatives de dépressions et d'élévations à la surface des terres, enfin de tout ce qui concerne la configuration actuelle de la surface du globe. Mais, sans nous arrêter à ces effets apparents, si nous considérons attentivement la disposition que présentent les diverses couches minérales et les changements qu'elles ont éprouvés depuis leur première formation, nous ne tarderons pas à reconnaître que ces changements ont eu pour effet de mettre à la disposition de l'homme les richesses minérales que le Créateur a réservées pour son usage et ses jouissances dans le sein de la terre, et pour lui fournir des sources abondantes d'eaux douces qui lui sont nécessaires pour les besoins de la vie et de son industrie.

En effet si les diverses masses minérales, qui ont dû, d'après toutes les probabilités, former à l'origine des couches concentriques et horizontales en les considérant sur des localités peu étendues, avaient conservé indéfiniment cette première position, celles de ces couches formées plus anciennement se seraient recouvertes d'autres couches plus modernes, et il n'y aurait absolument que les couches formées en dernier résultat qui seraient accessibles à l'homme. L'épaisseur considérable que présentent les dépôts des diverses formations et la difficulté insurmontable de pousser l'exploitation des mines au-delà d'une certaine profondeur auraient à jamais soustrait aux recherches de l'homme les substances minérales qui lui fournissent aujourd'hui des ressources si abondantes et si précieuses ; jamais l'homme n'aurait pu exploiter ni même découvrir ces amas nombreux de végétaux

entassés dans nos houillères, ni ces minérais métalliques si importants répartis abondamment dans les couches inférieures. Maintenant au contraire, les soulèvements qui se sont manifestés à diverses époques ont eu pour effet d'amener au jour sur plusieurs points les roches des diverses formations géologiques et ont permis de reconnaître l'existence de ces roches et celle des substances utiles qu'elles renferment; la régularité qui a présidé à ces dislocations permet encore de rechercher avec succès à de grandes profondeurs ces mêmes substances, lors même qu'il ne se présente à la surface du sol aucun indice qui en ferait soupçonner l'existence. La répartition des minéraux les plus utiles en plus grande masse et sur divers points du globe, la présence des minérais dans les parties supérieures des filons et des fissures, et la distribution actuelle des gemmes et des métaux précieux dans les dépôts de transport formés par des eaux courantes d'un volume et d'une force prodigieuse nous montreraient également, dans les diverses causes naturelles qui ont contribué à amener la terre dans son état actuel, l'action incessante d'une cause suprême intelligente et bienfaitrice.

L'examen des principaux phénomènes que nous présente la distribution des eaux douces sur la surface du globe conduit encore à des conclusions analogues. L'inspection seule de la carte d'un pays nous montre que les différents cours d'eau qui sillonnent sa surface et qui sont si importants pour l'homme proviennent originairement de quelques sources d'abord peu considérables, qu'ils augmentent ensuite progressivement par la réunion des eaux d'autres sources, et qu'ils forment à la surface une sorte de réseau dont les filets se réunissent en plusieurs branches principales pour se rendre dans l'océan. Une telle distribution des eaux courantes ne pourrait guère exister si les pays qu'elles traversent ne présentaient point les variations de niveau que nous observons en effet, variations amenées par les dislocations successives de la surface du globe.

C'est surtout quand nous venons à examiner les effets produits par ces dislocations dans les couches minérales relativement à la distribution des eaux souterraines, c'est alors que l'on comprend les précieux avantages qui résultent de ces bouleversements. Tout le monde sait que, dans nos contrées, en creusant le sol jusqu'à une certaine profondeur, on trouve des réservoirs qui sont remplis d'eau pendant toute l'année, et qu'on utilise en faisant arriver les eaux à la surface au moyen des pompes ou d'autres machines. Tout le monde connaît aujourd'hui les puits artésiens ou ces fontaines arti-

ficielles coulant sans interruption que l'on obtient dans plusieurs localités, en forant un conduit étroit à travers des couches dépourvues d'eau jusqu'aux couches les plus basses qui contiennent des nappes d'eau très-abondantes. La pression qui détermine l'ascension de l'eau dans ces puits est énorme. Dans le puits de Grenelle à Paris, la colonne d'eau est de 547 mètres à partir de la surface du sol et l'eau jaillit encore à une hauteur de 28 mètres au-dessus de cette surface.

Pour faire comprendre ce qui peut déterminer une pression si considérable, nous rappellerons d'abord que les parties superficielles de la croûte terrestre se composent en plusieurs endroits de couches minérales de diverse nature superposées les unes aux autres; quelques unes de ces couches, les sables et la craie, par exemple, sont formées de matières meubles et poreuses perméables à l'eau, tandis que d'autres, telles que les argiles, sont imperméables à ce liquide. Souvent l'ensemble de toutes ces couches a été relevé sur les bords, de manière à présenter dans son milieu un vaste bassin qui s'est comblé postérieurement par de nouveaux dépôts. Il résulte delà que la même couche qui ne se présente vers le milieu du bassin qu'à une profondeur qui peut être très-grande arrive au jour vers les bords, et qu'elle y présente alors une étendue plus ou moins considérable. On conçoit maintenant que les eaux pluviales qui tombent sur les tranches de toutes ces couches, sur les bords du bassin, pourront s'infiltrer à travers celles qui sont poreuses et perméables, et qu'elles seront arrêtées par la couche imperméable placée immédiatement au-dessous de celles que les eaux ont traversées. Les eaux ainsi retenues glisseront le long de la couche imperméable, elles s'accumuleront dans les parties inférieures du bassin, elles y seront comprimées par le poids de toute la partie supérieure de la nappe d'eau, et la pression qu'elles supportent sera d'autant plus grande que la hauteur du point d'affleurement où la couche arrive au jour au-dessus de la partie inférieure sera elle-même plus grande. Si maintenant, dans un point de la surface du sol qui correspond au milieu du bassin, l'on vient à pratiquer un conduit qui traverse tous les dépôts supérieurs à la nappe d'eau, de manière à établir une communication entre cette nappe et la surface du sol, il est facile de voir que l'eau doit s'élancer par ce conduit avec une force égale à celle qu'elle supporte elle-même. Si le niveau du sol à l'endroit où l'on a creusé le puits est beaucoup plus bas que celui du point où la couche qui supporte la nappe aquifère arrive au jour, l'eau jaillira au-dessus de la

surface à une hauteur d'autant plus grande que la différence de ces deux niveaux sera plus considérable. Ainsi, pour le puits de Grenelle, les couches du *Gault* et les sables verts, qui recouvrent la nappe aquifère et qui sont à plus de 500 mètres au-dessous du sol de Paris, apparaissent à la surface de la terre près de Lusigny à 18 kilomètres de Troyes, à une hauteur de 125 à 130 mètres au-dessus du niveau de la mer; tandis que la hauteur du sol à Grenelle n'est que de 31 mètres au-dessus de ce même niveau : le niveau du sol à l'orifice du puits est donc de près de 100 mètres plus bas que le point le plus élevé de la couche aquifère, et l'on comprend ainsi que l'eau peut jaillir encore à une certaine hauteur.

L'explication que nous venons de donner des puits artésiens s'applique également à la plupart des sources d'eau et des fontaines jaillissantes naturelles qu'on rencontre surtout dans les vallées ou sur des hauteurs dont les couches minérales communiquent avec celles de montagnes plus élevées. Cependant l'accumulation prodigieuse des eaux dans les couches inférieures du globe, pourrait elle-même être un obstacle aux travaux qu'on est obligé d'exécuter pour recueillir les substances minérales dans les mines un peu profondes. C'est ce qui nous amène à signaler encore un avantage produit par les fissures et les failles qui traversent les filons métallifères et les couches minérales, surtout celles des bassins houillers. Ces fissures et ces failles constituent des murs d'argile imperméables, formés des débris des roches disloquées et qui empêchent les eaux qui s'accumulent sur un des côtés de la faille de passer sur le côté opposé; elles partagent ainsi le bassin en masses ou en nappes distinctes et séparées, dans chacune desquelles l'exploitation peut être poussée à de grandes profondeurs sans qu'on ait à redouter une irruption des eaux trop abondante. L'existence de ces failles contribue encore à amener au jour les eaux inférieures. Lorsque le niveau du sol par où ces eaux s'infiltrent dans les couches inférieures sera assez élevé, les eaux accumulées près de la fente pourront s'élever jusqu'à la surface de la même manière dont elles s'élèvent dans les conduits artificiels des puits artésiens, elles y formeront une série de sources tout le long de la ligne suivie par la faille elle-même. C'est même l'existence de ces sources qui sert fréquemment à révéler l'existence de la fracture située au-dessous. On a reconnu que les eaux minérales et thermales sortent le plus souvent par ces fissures situées sur les grandes lignes de dislocation des couches.

« Ainsi, le résultat de la première disposition des couches, combinée avec

les bouleversements qu'elles ont subis depuis cette époque, a été de convertir la croûte terrestre tout entière en un grand et harmonieux appareil d'hydraulique qui concourt sans cesse avec la mer et avec l'atmosphère pour répartir l'eau douce sur toute la surface habitable de notre planète (1). »

Quant à ce qui concerne la destruction de quelques-uns des êtres organisés pendant les périodes géologiques, cette destruction est un fait fondé sur l'ensemble de toutes les observations que nous avons rapportées ci-dessus (2). Mais si, comme tout porte à le croire, la surface du globe s'est trouvée successivement dans des conditions différentes de constitution atmosphérique, de température, etc., et si ces différences, aux époques successives, ont été bien plus grandes que celles que nous observons de nos jours entre les climats des différents pays, il faut bien que les divers êtres organisés n'aient pu apparaître et se conserver sur la terre que dans des circonstances climatériques appropriées à leur existence et à leur développement. Cependant, lorsque nous voyons aujourd'hui les effets désastreux produits quelquefois par les orages et les tempêtes, dont l'utilité générale et même la nécessité ne peut guère être contestée, nous concevrons aussi que la destruction de quelques êtres vivants aura pu être le résultat des causes naturelles établies dès l'origine par le Créateur dans un but général d'utilité pour l'ensemble de tous les êtres. D'ailleurs la destruction indiquée par la géologie pour les genres et les espèces des êtres vivants aux époques antérieures, la marche actuelle de la nature nous l'indique également pour les individus des espèces vivantes, et nous pouvons même montrer que ce plan général de destruction universelle contrebalancée par un renouvellement continuel contribue à accroître pour les animaux la somme du bien-être sur la surface tout entière du globe (3);

(1) Buckland, *la géologie*, etc., tom. I, p. 501.

(2) Voir ci-dessus, p. 40-49.

(3) La destruction des animaux herbivores par les carnivores qui pourrait d'abord paraître une imperfection dans le plan de la nature, nous révèle au contraire, lorsqu'on vient à l'envisager sous un point de vue général, un dessein plein de sagesse et de bienveillance pour procurer la plus grande somme de bien-être pour le plus grand nombre d'individus. Elle ne contribue pas seulement à l'entretien des carnivores si nombreux et si remarquables par la variété et la perfection de leur organisation; elle sert encore à soustraire les herbivores aux douleurs de la maladie et à la décrépitude de la vieillesse, auxquelles les exposerait une mort naturelle et aux maux que leur multiplication excessive entraînerait pour eux (*). S. Augustin se pose aussi la question

(*) Buckland, *la géologie*, etc., tom. I, ch. XIII.

nous sommes donc en droit de conclure également que les animaux et les végétaux que nous ne trouvons plus qu'à l'état fossile, n'ont disparu de la surface du globe que pour des raisons bien dignes de la sagesse et de la bonté du Créateur, lors même que ces raisons nous seraient inconnues.

XII. La théorie géogénique que nous venons de présenter dans ce court exposé, suppose que notre globe a été d'abord une masse fluide et incandescente, qui s'est refroidie et consolidée à la surface dans la suite des temps et dont le noyau conserve encore sa fluidité primitive. On a pu remarquer avec quelle facilité on explique dans cette théorie la figure de la terre, la formation des principaux dépôts géologiques et les observations qui ont été faites sur la marche de la température aux diverses profondeurs. Mais si l'on considère le peu de profondeur de la partie de l'écorce terrestre, qui est accessible à nos recherches et qui ne dépasse guère la millième partie du rayon du globe, si l'on remarque en outre que les phénomènes volcaniques et la chaleur souterraine du globe pourraient, comme quelques auteurs l'ont supposé, dépendre simplement de combinaisons chimiques très-puissantes dans les profondeurs de la terre, il faut bien reconnaître que l'existence de la chaleur centrale et celle d'un état primitif d'incandescence de tout le globe ne sont pas rigoureusement démontrées. Cependant l'impossibilité où nous sommes de donner une telle démonstration ne doit pas être un motif de rejeter une théorie fondée sur un grand nombre de faits bien constatés, et qui seule explique d'une manière satisfaisante les diverses observations qui ont rapport

que nous venons de traiter et il répond que la perfection, l'ordre et l'harmonie, qui se manifestent dans chacun des êtres pendant le cours de son existence, apparaissent encore dans les changements de forme qu'ils subissent. Il fait remarquer encore que la force que déploient les animaux et l'industrie qu'ils manifestent ont généralement pour objet, soit de leur procurer la proie dont ils se nourrissent, soit de les soustraire à leurs ennemis par la force, par la fuite ou par le soin avec lequel ils se tiennent cachés. Car, dit-il, la douleur corporelle est pour chaque être animé un ressort puissant et admirable, un produit de sa force vitale qui retient et qui conserve dans une union ineffable le mécanisme si compliqué des diverses parties qui le composent et qui fait que non-seulement l'animal ne peut souffrir sans répugnance la dissolution de ses parties et la destruction de son être, mais encore qu'il la repousse avec horreur. Il ajoute que les soins ingénieux que prennent les animaux si inférieurs à l'homme pour se procurer la part de bien-être dont ils sont capables doit rappeler à l'homme avec quelle ardeur il doit tendre lui-même au bonheur éternel qui lui est réservé et qui le relève au-dessus des autres êtres (*).

(*) *De Genesi ad litt.* lib. III, c. 16.

à la nature et à la composition de l'écorce minérale du globe. La fixité que nous observons dans les loix que le Créateur a établies dans la nature, nous porte à croire que ces lois ont été établies dès l'origine des temps et nous permet ainsi de rechercher, d'après les connaissances que nous avons de la marche de la nature, telle qu'elle existe de nos jours, quels sont les agents naturels qui ont contribué à amener cet état actuel. Lors même que les résultats auxquels nous parvenons dans ces recherches ne représenteraient pas les véritables moyens que la sagesse divine a trouvé bon d'employer dans l'exécution de ses œuvres, soit parce que les êtres n'auraient pas été à leur origine soumis aux loix actuelles, soit parce que ces loix ne nous sont pas suffisamment connues pour que nous puissions en déduire des conclusions relatives à un état différent à plusieurs égards de celui de nos jours, ces résultats ne nous paraissent pas moins tout-à-fait conformes aux notions que la foi et la raison nous donnent des perfections divines. La simplicité des moyens, la grandeur et la diversité des effets, l'harmonie constante de tous ces effets si étonnants et si variés concourant également à un même but général, celui d'approprier la terre aux besoins et aux jouissances de l'homme, tout nous paraît propre à éveiller et à augmenter de plus en plus les sentiments de l'admiration et de la reconnaissance que nous devons au grand Auteur de la nature. C'est cette considération qui nous a porté à présenter les développements qui précèdent et qui nous engage à remonter plus haut encore dans nos recherches et à offrir à nos lecteurs, les opinions des astronomes modernes les plus distingués sur la constitution générale de l'univers et sur l'état originaire de la matière qui le compose.

V.

Des théories scientifiques sur le système du monde.

I. Quand on considère attentivement la variété prodigieuse de formes et de grandeur par lesquelles le domaine de la vie se manifeste dans la nature ; quand on contemple d'un côté l'éléphant et la baleine, ces colosses du règne animal, et qu'on examine d'un autre côté ces millions d'animalcules tout-à-fait invisibles à l'œil nu renfermés dans une goutte d'eau, on ne tarde pas à reconnaître que les notions que nous nous formons ordinairement de la grandeur et de la petitesse n'ont rien d'absolu, qu'elles sont simplement relatives à certains objets qui nous sont mieux connus et qui ont un rapport plus im-

médiat avec la portion limitée de l'espace que nous occupons nous-mêmes.

Cette conclusion devient plus évidente encore lorsqu'on vient à comparer le globe terrestre tout entier que nous habitons avec les corps célestes répandus dans l'immensité de l'espace. Tandis que le microscope révèle à notre admiration des mondes nouveaux et inconnus auparavant dans l'espace que peut occuper le moindre grain de sable, le télescope au contraire nous permet de plonger nos regards dans les profondeurs inaccessibles du ciel, il nous y fait découvrir également de nouveaux mondes dont la grandeur et la distance accable et confond l'imagination, et nous arrivons ainsi à nous rapprocher de plus en plus des deux extrêmes opposés, de l'infini en grandeur et de l'infini en petitesse, sans qu'il nous soit possible d'en jamais atteindre les limites.

Les observations que nous allons présenter pourront servir de preuve à ce que nous venons d'avancer. Nous rappellerons en premier lieu les rapports de notre globe avec le soleil et les astres qui composent avec lui un système distinct et bien défini; nous exposerons ensuite les observations principales qui concernent les autres corps célestes, et les conclusions que les astronomes en ont déduites par rapport à la composition actuelle et à l'état originaire du système du monde en général.

Nous avons déjà vu que la terre que nous habitons est un globe, isolé de toutes parts dans l'espace, dont le rayon moyen est de 6,366,407 mètres; nous avons montré que la figure de ce globe est celle d'un sphéroïde aplati vers les pôles et renflé vers l'équateur; nous avons eu l'occasion de signaler quelques-uns des phénomènes nombreux et si intéressants que l'histoire de la terre et la structure de son écorce offrent à notre admiration. Si maintenant nous portons nos regards vers les espaces célestes, nous y découvrons des merveilles non moins frappantes que celles qui nous apparaissent à la surface et dans les profondeurs de notre globe.

En effet, lorsque, à la faveur d'une belle nuit, nous pouvons distinguer les étoiles que la clarté du soleil dérobe à nos regards pendant le jour, elles nous apparaissent comme autant de points étincelants, fixés sur une sphère immense dont nous croyons occuper le centre. Brillant d'une lumière qui leur appartient en propre, elles ne laissent pas de présenter encore des différences très prononcées; les unes attirant les regards par leur grandeur relative et la vivacité de leur éclat, d'autres à peine visibles, plusieurs d'entr'elles formant par leur accumulation des tâches blanchâtres d'une lueur

faible ou même tout-à-fait invisibles à l'œil nu. On les a rangées d'après leur éclat apparent en plusieurs classes. Les étoiles les plus brillantes sont dites de première grandeur; viennent ensuite celles qui diffèrent assez notablement des premières dans leur éclat pour former une seconde classe, et ainsi de suite jusqu'aux étoiles de 6ᵉ et 7ᵉ grandeur qui sont les plus petites qu'on puisse apercevoir à l'œil nu dans une nuit sombre et sereine. Le nombre de ces étoiles est déjà de deux à trois mille. Mais avec le secours des télescopes on peut reconnaître des étoiles depuis la 8ᵉ jusqu'à la 16ᵉ grandeur; le nombre de ces astres s'élève alors à plusieurs millions; et tout porte à croire qu'un jour le perfectionnement des instruments d'optique permettra aux astronomes de pousser encore plus loin leurs observations, sans que l'on puisse arriver jamais à connaître même d'une manière approximative le nombre réel de ces corps célestes.

Si nous continuons à observer les étoiles pendant quelque temps, nous ne tardons pas à y reconnaître des déplacements très sensibles. Quelques-unes d'entr'elles semblent sortir de dessous la terre, s'élèvent jusqu'à un certain point dans le ciel, s'abaissent ensuite, et se *couchent*, ou disparaissent dans la partie du ciel directement opposée à celle de leur *lever;* d'autres sont toujours visibles, et l'on peut alors reconnaître qu'elles décrivent une circonférence de cercle dans l'espace de 24 heures. Celles que nous ne pouvons suivre entièrement dans leur cours, parce qu'elles se cachent sous la terre, n'en parcourent pas moins des circonférences de cercle comme les précédentes. Si l'on compare ensuite les circonférences décrites par chaque étoile, on voit que ces circonférences sont toutes parallèles, ayant leurs centres sur une ligne droite perpendiculaire à leurs plans, laquelle perce le ciel en deux points diamétralement opposés, connus sous le nom de *pôles.* Ainsi les choses se passent comme si la sphère céleste, sur laquelle toutes les étoiles semblent attachées, tournait dans l'espace de 24 heures, d'orient en occident, autour de la ligne qui réunit les deux pôles et qu'on a nommée *l'axe* du monde.

Pendant que les étoiles se déplacent à chaque instant d'un mouvement commun, on remarque que les arcs célestes qui les séparent les unes des autres restent constamment les mêmes, et que les figures qu'elles forment entre elles se conservent sans altération. C'est pour cela qu'on les a désignées sous le nom d'étoiles *fixes.* Cependant il est quelques étoiles en petit nombre qui font exception à cet égard. Au lieu de former avec les autres étoiles des

figures invariables, nous les voyons s'éloigner des unes, se rapprocher des autres, et décrire ainsi dans le ciel des lignes qu'elles achèvent de parcourir dans des périodes de temps constantes et connues. On les a désignées sous le nom d'astres errants ou de *planètes*. Observées au télescope, nous les voyons sous des dimensions plus considérables qu'à l'œil nu, et nous pouvons nous assurer que ce sont des corps opaques comme la terre, et qui n'ont d'autre lumière que celle qu'ils empruntent du soleil; tandis que les autres étoiles observées de la même manière sont toujours de simples points radieux, lumineux par eux-mêmes.

Parmi ces planètes il en est une qui dépasse de beaucoup les autres par son éclat et sa grandeur apparente. C'est la lune qui se présente à nous sous des aspects variés connus sous le nom de phases. On peut reconnaître facilement qu'en même temps qu'elle se lève et se couche avec les autres astres, elle retarde chaque jour et semble rester en arrière des étoiles ou reculer vers l'orient. Ce mouvement est si rapide qu'il s'achève en 27 jours et 8 heures environ; de sorte que la lune qui serait aujourd'hui près d'une étoile, se trouvera demain éloignée de cette étoile de 13 degrés vers l'orient, après demain de 26 degrés, etc.; jusqu'à ce qu'au bout des 27 jours elle soit revenue se placer près de l'étoile où on l'avait vue d'abord.

C'est ce mouvement propre de la lune qui explique les diverses phases que présente cet astre, et qui dépendent de la position qu'il occupe par rapport au soleil et à la terre. Lorsque la lune se trouve du côté du ciel opposé à celui où nous voyons le soleil, elle dirige vers la terre son hémisphère qui est éclairé par le soleil; nous voyons ainsi son disque en entier; nous avons la pleine lune. Environ 14 jours après, la lune se trouve du même côté du ciel que le soleil; l'hémisphère de la lune qui est tourné vers la terre est alors dans l'ombre et cet astre devient tout à fait invisible; c'est l'époque de la nouvelle lune. Dans toutes les positions intermédiaires, nous apercevons, de la terre, une portion du disque lunaire plus ou moins étendue, suivant que l'hémisphère de la lune tourné vers la terre intercepte une partie plus ou moins considérable de celui qui est éclairé par les rayons du soleil.

Le soleil participe aussi au mouvement général d'orient en occident de la sphère céleste et ce mouvement produit pour nous les alternatives du jour et de la nuit. Mais il présente également un mouvement propre dirigé en sens inverse. En effet, lorsqu'on a observé à quelle distance d'une étoile placée vers l'occident le soleil paraît se coucher, on remarque les jours

suivants, que le soleil se rapproche de cette étoile en s'avançant d'occident en orient; de sorte qu'on voit cette étoile, de jour en jour plus rapprochée du soleil, disparaître enfin et être entièrement effacée par la lumière de cet astre, dont elle était assez éloignée quelques jours auparavant. Si l'on détermine d'une manière exacte la position du soleil dans le ciel pendant tout le cours de sa révolution, on reconnait qu'il décrit ainsi un grand cercle de la sphère céleste, qu'on a nommé *l'écliptique*, et qu'il se retrouve au même point du ciel après 365 jours et 6 heures environ. La période de temps que le soleil emploie pour accomplir une de ses révolutions constitue la longueur de l'année.

Le soleil paraît donc animé de deux mouvements : un mouvement diurne d'orient en occident qui lui est commun avec toute la sphère céleste et un autre annuel dirigé en sens inverse du précédent. Cependant une foule de considérations, que nous ne pouvons qu'indiquer dans cet exposé, démontre que ce double mouvement du soleil et celui de toute la sphère céleste ne sont qu'apparents et que c'est en effet le globe terrestre qui, tournant sur lui-même d'occident en orient, produit le premier de ces mouvements. Quant au second, c'est encore notre globe qui, en parcourant l'écliptique dans le cours d'une année, nous porte à attribuer au soleil le mouvement qui nous emporte dans l'espace.

Lorsqu'on se trouve assis tranquillement dans une barque ou une voiture en mouvement, les objets placés sur le rivage ou sur la route semblent fuir devant nous. Cependant, comme nous connaissons d'ailleurs le mouvement du véhicule auquel nous participons, nous rectifions par le raisonnement l'illusion optique qui en résulte. C'est par une illusion analogue qu'on peut expliquer les mouvements apparents des astres. Pendant que la terre tourne sur son axe dans l'espace de 24 heures, tous les objets placés à sa surface participent également à ce mouvement et ses habitants, conservant toujours la même position par rapport à ces objets, se croient en repos. Mais, lorsqu'un observateur fixe ses regards sur le ciel, la moitié de la sphère céleste qui est seule visible au-dessus de son horizon change à chaque instant. Pendant qu'il s'avance lui-même de l'occident vers l'orient, les astres qui étaient d'abord cachés au-dessous de son horizon deviennent visibles pour lui, ils apparaissent dans la partie du ciel vers laquelle il se dirige lui-même, ils semblent se lever à l'orient; en même temps il s'éloigne des étoiles situées vers l'occident et ces astres qu'il voyait d'abord au-dessus de son horizon, dispa-

raissent pour lui, ils se couchent à l'occident. A mesure qu'il se rapproche des premières étoiles, celles-ci semblent s'avancer au-dessus de son horizon, d'orient en occident, en sens inverse de son propre mouvement, jusqu'à ce qu'elles disparaissent ou qu'elles se couchent à leur tour. Le mouvement annuel de la terre sur l'écliptique rend aussi compte des mouvements apparents du soleil dans ce grand cercle. Un observateur placé sur la terre rapporte le soleil au point du ciel diamétralement opposé à celui qu'il occupe : quand la terre se trouve dans l'équinoxe du printemps, le soleil apparaît dans l'équinoxe de l'automne et réciproquement ; pendant que la terre s'avance d'occident en orient de la première position vers la seconde, en passant par le solstice de l'été, le soleil paraîtra s'avancer dans la même direction en passant par le solstice d'hiver et en parcourant successivement les constellations du zodiaque opposées à celles que la terre parcourt effectivement.

Ainsi la rotation diurne de la terre sur son axe et sa révolution annuelle dans l'écliptique expliquent déjà d'une manière satisfaisante les apparences que présentent le mouvement diurne de la sphère céleste et la révolution annuelle du soleil. De plus, ce double mouvement de la terre explique seul l'analogie de la terre avec les autres planètes, plusieurs phénomènes physiques très-importants qu'on a constatés sur la terre elle-même et les diverses observations que l'on a faites sur les mouvements de tous les corps célestes. Nous rappellerons en passant que la figure aplatie de notre globe et la diminution de la gravité du pôle à l'équateur sont le résultat du mouvement de la terre sur son axe. D'ailleurs, si la terre était en repos et si les étoiles tournaient en réalité autour d'elle, il ne faudrait pas seulement attribuer à toutes ces étoiles une vitesse qui effraie l'imagination, mais encore supposer dans tous ces mouvements un accord et une harmonie dont il serait très-difficile de se rendre compte ; enfin les variations et les irrégularités apparentes que présente le cours des planètes et qui sont tout-à-fait inexplicables dans toute autre supposition ne sont que les conséquences naturelles du système que nous avons exposé.

Quoique le soleil, la lune, les planètes et les étoiles paraissent tous également éloignés de la terre, il est facile de montrer que ces astres se trouvent en effet à des distances très différentes. Ainsi la lune est plus rapprochée de la terre que le soleil, et cette proximité devient très sensible dans les éclipses. Lorsque la lune se trouve placée entre le soleil et la terre et sur la direction

de la ligne qui réunit leurs centres, le corps opaque de la lune intercepte la lumière du soleil qui sans cela arriverait aux habitants de la terre et leur dérobe ainsi la vue du soleil en tout ou en partie. De même aussi les autres planètes se trouvent quelquefois placées devant le soleil, et, comme nous ne pouvons apercevoir alors que l'hémisphère opaque de ces planètes, ces astres se projètent sur le disque du soleil en y formant une tache noire. La proximité des planètes se prouve encore par les apparences qu'elles présentent lorsqu'on les observe au télescope; les dimensions sous lesquelles nous les voyons alors sont plus considérables que celles que nous leur trouvons à l'œil nu et nous pouvons même ainsi observer à la surface de leur disque diverses particularités physiques remarquables; tandis que les étoiles fixes observées de la même manière nous apparaissent toujours comme des points lumineux que l'épaisseur d'un cheveu suffit pour dérober à nos regards.

On est même parvenu à déterminer approximativement la distance du soleil et celle de chacune des planètes en particulier. Il résulte des principes de la trigonométrie qu'on peut calculer avec précision la distance d'un objet éloigné sans atteindre à cet objet. Il suffit pour cela de choisir deux stations dont la distance peut être mesurée directement et d'observer dans chacune de ces stations l'angle compris entre la ligne menée de l'une à l'autre de ces stations et celle qui irait de chacune de ces stations à l'objet dont on cherche la distance. Lorsqu'on connaît la valeur de ces deux angles et la distance qui sépare les deux stations, on peut en déduire par le calcul la distance de chaque station à l'objet éloigné et la grandeur de l'angle visuel (1) sous lequel une personne qui serait placée à l'endroit même de l'objet verrait la ligne qui réunit les deux stations. En procédant d'après ces principes, on a trouvé que la distance moyenne de la lune à la terre est à peu près de 60 rayons terrestres ou bien audelà de 85,000 lieues, et que la *parallaxe* de la lune, c'est-à-dire, l'angle visuel sous lequel un observa-

(1) Lorsqu'on regarde un objet placé à distance, les rayons de lumière émanés de chacun des points de l'objet et qui pénètrent dans l'œil se réunissent au fond de cet organe, il en résulte une image de l'objet, qui est renversée. *L'angle visuel* est l'angle formé par deux rayons qui, partant des extrémités d'un objet, viennent se croiser dans la prunelle. Plus un objet est éloigné, plus cet angle diminue, et plus aussi cet objet nous paraît petit. Ainsi, quand nous sommes placés à l'extrémité d'une longue avenue formée de deux rangées d'arbres parallèles, ces rangées nous paraissent converger à l'autre extrémité, parce que les intervalles entre deux arbres correspondants sous-tendent des angles qui deviennent de plus en plus petits.

teur qui serait placé à la distance de la lune verrait le demi-diamètre de la terre est de 57 min. 67. Nous ferons encore remarquer en passant que la connaissance de la parallaxe d'un astre permet de calculer les dimensions de cet astre par rapport à celles de la terre. Ainsi l'angle sous lequel nous voyons le demi-diamètre de la lune est de 15 min. 72; tandis que celui sous lequel nous verrions le demi-diamètre de la terre, si nous étions placés à la distance de la lune, serait de 57 min. 67; et, comme les diamètres apparents de deux objets observés à la même distance sont dans le même rapport que les diamètres réels de ces objets, on en conclut que le diamètre de la lune est à celui de la terre comme 15',72 est à 57',67 ou bien comme 1 est à 3, 66. Il suit encore de là que la surface de la lune est environ $\frac{1}{13}$ de celle de la terre, et son volume $\frac{1}{49}$ de celui de notre planète.

Lorsqu'on connait la direction dans l'espace de la ligne menée d'un corps céleste à la terre dans un moment donné, et la distance de la terre à ce corps, on peut déterminer exactement le point de l'espace qu'occupe le corps céleste à ce moment. En déterminant de cette manière la position du soleil pendant la durée de sa révolution annuelle, on a reconnu que sa distance de la terre n'est pas toujours la même, mais qu'elle varie d'un jour à l'autre et que le soleil semble se mouvoir autour de la terre en décrivant une *ellipse* dont la terre occupe un des foyers (1); et, comme les mouvements du soleil que nous observons ne sont qu'apparents et que c'est en effet la terre elle-même qui se déplace dans l'espace, il en résulte que la courbe décrite par la terre est une ellipse dont le soleil occupe un des foyers. Ainsi la distance du soleil à la terre est variable : la plus grande distance surpasse la plus petite de 1,160,000 lieues environ; la distance moyenne est de 34,500,000 lieues.

On a reconnu également que les orbites que les autres planètes décrivent autour du soleil sont des ellipses dont l'astre du jour occupe un des foyers. Parmi ces planètes, il en est deux, Mercure et Venus, qui sont plus rap-

(1) L'ellipse est une ligne courbe, telle que la somme des lignes menées d'un point quelconque de la courbe à deux points fixes qu'on nomme *foyers* est toujours égale à son grand axe. Le grand axe est la ligne qui passant par les foyers partage la courbe en deux parties égales ; le milieu du grand axe est le centre de l'ellipse. La distance comprise entre le centre et l'un des foyers est ce qu'on appelle l'*excentricité* de l'ellipse. Lorsque cette distance est peu considérable, l'ellipse se rapproche du cercle ; mais à mesure qu'elle devient plus grande, la courbe est de plus en plus allongée.

prochées du soleil que ne l'est la terre. La distance de la première est de 9,327 rayons terrestres ou 13,361,000 lieues; celle de la seconde est de 17,430 rayons terrestres ou 25 millions de lieues. Le temps de la révolution est pour Mercure de 88 jours environ et pour Venus de 224 j. 16 h. 49 m. On les a nommées planètes *inférieures*. Toutes les autres sont plus éloignées du soleil que la terre. La première de ces planètes *supérieures*, Mars, est distante du soleil de 36,700 rayons terrestres (53 millions de lieues); elle achève sa révolution en 687 jours. Uranus qui est la dernière est éloignée du soleil de 462,000 rayons terrestres ou plus de 662 millions de lieues; il lui faut 84 ans pour achever sa révolution autour du soleil.

Pendant que la terre accomplit sa révolution autour du soleil, la lune ne cesse pas de circuler autour de notre globe. Elle parcourt aussi dans ce mouvement une courbe elliptique dont la terre occupe un des foyers. La découverte du télescope a permis de reconnaître que, parmi les autres planètes, il y en a trois, Jupiter, Saturne et Uranus, qui présentent un phénomène analogue : elles ont aussi des planètes plus petites qui circulent autour de chacune d'elles. Jupiter en a quatre, Saturne sept et Uranus six. Toutes ces planètes plus petites, ainsi que la lune elle-même, ont été désignées, sous le nom de *satellites* ou *planètes secondaires;* les autres sont connues sous le nom de *planètes principales*. Saturne présente en outre le singulier phénomène d'un anneau opaque qui environne le corps de la planète. Cet anneau est isolé et laisse un espace central vide entre Saturne et lui. L'observation des points brillants que l'on voit à sa surface a montré que cet anneau tourne autour du même axe que Saturne et dans le même temps.

II. Parmi toutes les découvertes dont le génie de l'homme puisse s'énorgueillir à juste titre, il n'en est pas de plus remarquable que la connaissance exacte des mouvements si nombreux et si variés que présentent les corps célestes et celle des lois qui régissent ces mouvements.

Kepler avait démontré que les apparences produites par le mouvement des planètes s'expliquent avec la plus grande facilité, en supposant que tous ces astres se meuvent dans des courbes elliptiques, dont le soleil ou la planète principale occupe un des foyers. Huyghens détermina ensuite les lois du mouvement pour les corps qui se meuvent circulairement (1). Newton,

(1) Toutes les fois qu'un corps est sollicité par une force suffisante et ensuite abandonné à lui-même, il se meut avec une vitesse qui reste constamment la même et suivant la direction de la force qui a agi sur lui, pourvu toutefois que ce mouvement

profitant des découvertes de ses dévanciers, exposa la théorie générale du mouvement dans les courbes; il eut le bonheur de découvrir la cause des mouvements des corps célestes. Il trouva d'abord que la pesanteur ou l'attraction que le globe terrestre exerce sur les corps placés près de sa surface,

ne soit pas détruit ni altéré par des causes étrangères. S'il arrive donc que le mobile, au lieu de continuer à se mouvoir en ligne droite suivant la direction de la première force, dévie de cette direction pour en prendre une autre, il faut nécessairement que ce changement de direction ait été produit par une force nouvelle qui se sera ajoutée à la première.

Ainsi un corps qui serait lancé dans une direction horizontale avec une force capable de lui faire parcourir 4 mètres la première seconde, continuerait à se mouvoir horizontalement dans la même direction avec une vitesse constante de 4 mètres par chaque seconde; si le mouvement du corps n'éprouvait aucune résistance et si le corps n'était sollicité par aucune autre force que celle qu'on a supposée d'abord. Mais, dès que le corps est abandonné à lui-même, la force de la pesanteur le sollicite à se rapprocher de la terre en décrivant une ligne verticale; le mobile sollicité ainsi par deux forces, l'une horizontale et l'autre verticale, prend alors une direction intermédiaire entre celles de ces forces. Il persévérerait ensuite dans cette nouvelle direction, si la pesanteur n'agissait plus sur lui; mais comme cette dernière force continue son action et qu'elle tend à faire prendre au mobile dans les instants suivants une vitesse de plus en plus considérable (*), le mobile devra lui-même changer de direction dans les instants successifs et il en résulte que la ligne décrite par le mobile est une ligne courbe que la théorie indique être une parabole. La courbe que décrit dans l'air le boulet lancé par un canon est en effet, à très-peu près, une courbe parabolique.

On peut appliquer les mêmes considérations à un mouvement curviligne quelconque. Ainsi, lorsqu'un corps parcourt une ligne courbe autour d'un point fixe, il faut nécessairement, outre l'impulsion primitive qu'a reçue le corps et qui tendrait à l'éloigner de plus en plus du point central, en ligne droite et avec une vitesse constante, admettre l'existence d'une autre force qui empêche le corps de suivre cette direction et qui le sollicite constamment vers l'intérieur de la courbe, quelle que soit d'ailleurs la nature de cette force. La théorie des lois générales du mouvement dans les courbes permet de calculer la grandeur de cette force quand la nature de la courbe et la portion de cette courbe qui est parcourue dans un temps donné sont déterminées.

Lorsqu'on fait tourner rapidement un corps attaché à un fil, on peut reconnaître facilement que le fil éprouve une tension d'autant plus forte que le mouvement est plus rapide. La force qui produit cette tension et qui sollicite le corps à s'éloigner du centre du cercle qu'il parcourt est désignée sous le nom de *force centrifuge*. Elle est égale et directement opposée à une autre force qui, dans notre exemple, réside dans le fil lui-même et qui tend à empêcher le corps de s'éloigner du centre, qui le sollicite à se rapprocher de ce centre. Cette dernière force est ce qu'on nomme la force *centrale* ou *centripète*. Si nous supposons que le fil soit supprimé et que le corps continue de se

(*) L'espace que parcourent les corps tombant en chute libre est de 4 mètres, 9 ou 15 pieds pendant la première seconde, de 45 p. pendant la deuxième, de 75 p. la troisième seconde, etc.; de sorte que les espaces parcourus pendant les secondes successives suivent la série des nombres impairs 1, 3, 5, 7, 9, etc.

et qui détermine la chute des corps, agit encore sur la lune et que c'est cette attraction qui maintient la lune dans son orbite. Il reconnut également que les mouvements de toutes les planètes étaient produits par une attraction semblable que le soleil exerce sur les planètes principales et ces der-

mouvoir comme il le faisait d'abord, nous pourrons considérer le mobile comme libre et son mouvement sera produit par la combinaison de deux forces dont l'une est la force centrale et l'autre l'impulsion primitive qu'a reçue le corps et qui agit dans une direction perpendiculaire à la ligne menée de ce corps au centre du cercle.

Huygbens démontra que la force centrifuge dans un corps qui se meut en cercle est proportionnelle au carré de la vitesse du mobile et en raison inverse du rayon du cercle parcouru. Newton trouva ensuite les lois qui régissent le mouvement d'un corps dans les courbes différentes du cercle. Les résultats importants auxquels il était parvenu dans ces recherches le conduisirent à la découverte de l'attraction que notre globe exerce sur son satellite et le soleil sur les planètes.

En effet, pendant que la lune décrit son orbe elliptique autour de la terre, elle est elle-même sollicitée à chaque instant par les deux forces que nous venons d'indiquer, la force d'impulsion primitive et la force centrale. On peut déterminer la grandeur de cette dernière force et l'espace qu'elle tend à faire parcourir à la lune pour la rapprocher de la terre dans un temps donné, lorsqu'on connait l'arc que la lune parcourt dans le même temps. Newton trouva que l'espace que parcourrait la lune en vertu de cette force serait 3,600 fois, ou 60 multiplié par 60 fois moindre que celui que parcourt un corps tombant en chute libre près de la terre; et comme la distance de la lune au centre de la terre est 60 fois aussi grande que celle d'un corps placé près de la surface à ce même centre, il résulte de là que les espaces décrits par la lune et par les corps graves sont en raison inverse des carrés des distances. D'ailleurs, comme la force centrale qui sollicite ainsi la lune est constamment dirigée vers la terre, il était naturel d'en conclure que cette force est produite par une tendance particulière, en vertu de laquelle notre globe sollicite la lune dans son orbite, de même que les corps placés près de sa surface, à se rapprocher de lui. Ainsi la force attractive, que nous voyons se développer entre deux corps placés à une petite distance (*), se manifeste encore à des distances considérables; c'est cette attraction qui détermine la chute des corps et qui est la cause des mouvements de la lune qu'elle maintient dans son orbite. Elle est, comme ces observations même l'indiquent, en raison inverse du carré des distances.

Newton étendit ensuite ses recherches aux mouvements des planètes. En comparant le temps que les planètes emploient à décrire leur orbite autour du soleil avec leurs distances à cet astre, il reconnut que les forces centrifuges qui naissent de ces révolutions et, par conséquent aussi, les forces centrales qui les contrebalancent et qui leur sont égales, sont encore en raison inverse du carré des distances. Il conclut de là que l'attraction du soleil sur les planètes était la cause des mouvements de ces astres et que la loi de cette attraction aux diverses distances était la même que celle qui régit l'attraction terrestre.

Partant ensuite de la supposition que l'attraction du soleil sur les planètes agit en

(*) Voyez la belle expérience de Cavendish. Péclet, *Traité de physique*, Paris, 1838, t. I, p. 25, n. 46,

nières sur leurs satellites. Il découvrit ainsi que la gravitation ou l'attraction est une loi générale de la nature et que tous les corps s'attirent mutuellement avec une force qui est proportionnelle à leur masse et en raison inverse du carré des distances; c'est-à-dire, que, si un corps A a une masse double, triple, quadruple, etc., de celle qu'a un autre corps B, l'attraction que le corps A exerce sur un troisième corps C sera aussi double, triple, quadruple, etc., de l'attraction de B pour le même corps C, en supposant d'ailleurs que la distance soit la même de part et d'autre; et que, si les corps B et C ont des masses égales et si la distance du corps A au corps C est double, triple, quadruple, etc., de sa distance au corps B, l'attraction de A pour C sera respectivement $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{16}$, etc., de celle qu'il exerce sur B à ces diverses distances.

La loi générale de l'attraction universelle ne sert pas seulement à expliquer les mouvements réguliers des planètes; elle explique encore les anomalies et les irrégularités que les astronomes ont observées dans ces mouvements. En effet, puisque l'attraction est une loi générale pour tous les corps, chaque planète n'obéit pas seulement à l'attraction que le soleil exerce sur elle, mais elle attire à son tour le soleil lui-même; de plus elle est attirée également par tous les autres corps célestes, et l'on conçoit que l'action exercée par ces derniers, doit tendre à altérer le mouvement de la planète que l'on considère. Ainsi la théorie indique que l'existence des inégalités et des perturbations dans les mouvements planétaires est une conséquence nécessaire des lois générales qui régissent le cours des astres. On peut même calculer avec précision la valeur de ces perturbations et les résultats de la théorie s'accordent de la manière la plus parfaite avec les observations directes. La théorie nous montre encore que ces perturbations sont resserrées

raison inverse du carré des distances, il détermina quelle devait être la courbe que décriraient les planètes en vertu de cette attraction. Il trouva que cette courbe est précisément celle que les planètes décrivent en effet d'après les observations et il fournit ainsi une confirmation remarquable de ses premières découvertes.

Quant à la seconde loi de l'attraction, d'après laquelle cette attraction est proportionnelle à la masse, il est facile de voir que, l'attraction étant une propriété inhérente à la matière, plus un corps renferme de parties matérielles, ou en d'autres termes, plus il a de masse, plus aussi l'attraction totale qu'il exerce doit être considérable. On prouve d'ailleurs que la somme des attractions exercées par toutes les particules d'un corps sphérique, comme le sont les corps célestes, agit à distance comme si toute la masse du corps était réunie à son centre.

dans des limites étroites et qu'elles ne peuvent compromettre la stabilité du système des corps célestes.

Nous avons déjà fait remarquer que les planètes sont des corps opaques qui n'ont d'autre lumière que celle qu'ils empruntent du soleil et que leur volume est beaucoup plus petit que celui de l'astre du jour. Nous devons signaler encore entre toutes les planètes d'autres rapprochements très remarquables.

Ainsi toutes les planètes principales se meuvent autour du soleil dans une direction commune qui est celle d'occident en orient; le mouvement des satellites autour de leur planète principale a encore lieu dans la même direction. Pour tous ceux de ces astres dont on a pu observer le mouvement de rotation, et pour le soleil lui-même, la direction de ce mouvement est encore dans le même sens. Enfin le temps que les satellites emploient à décrire une révolution complète autour de leur planète est égal à celui qu'ils mettent à achever leur mouvement de rotation, en sorte qu'ils présentent constamment le même hémisphère à leur planète.

La comparaison des orbites des diverses planètes conduit encore à des analogies non moins frappantes. En effet, les plans de toutes ces orbites se coupent sous des angles peu considérables; toutes ces orbites sont comprises à peu près dans le même plan. Enfin les ellipses décrites par les planètes ne présentent qu'une très-faible excentricité (1); leurs orbites sont à peu près circulaires.

Pour compléter les notions que nous venons d'exposer relativement aux corps célestes du système solaire, nous devons rappeler encore quelques observations qui ont rapport aux comètes. L'aspect extraordinaire de ces astres, leurs apparitions désordonnées, la rapidité et l'irrégularité apparente de leurs mouvements avaient fixé de tout temps l'attention. Cependant Newton démontra que les mêmes lois qui régissent le cours des planètes déterminent également les mouvements des comètes. Il trouva que l'une des comètes les plus remarquables qu'on ait observées à cause de l'immense longueur de sa queue qui s'éleva à 41,000,000 de lieues et de la grande proximité du soleil à laquelle elle est parvenue, celle qui parut en 1680, avait décrit autour du soleil comme foyer, un orbe elliptique tellement allongé qu'on ne pouvait le distinguer d'une parabole. En calculant les éléments des comètes

(1) Voyez la note, p. 98.

qui avaient apparu en 1531, 1607 et 1682, Halley reconnut que c'était la même comète qui avait apparu à ces diverses époques et il en conclut que cet astre devait reparaître de nouveau l'année 1759. L'événement justifia son attente. C'est le même astre que nous avons vu paraître en 1835. La comète de Halley et quelques autres dont la réapparition a eu lieu à des époques fixées par les astronomes, se meuvent comme les planètes dans des ellipses dont le soleil occupe un des foyers. Mais les ellipses décrites par les comètes sont très allongées; ces astres ne deviennent visibles pour nous que lorsqu'ils se trouvent dans le voisinage du soleil; ils se dérobent ensuite à nos regards en achevant, dans les régions de l'espace qui échappent à nos observations, leur orbite immense. Il paraît même que les orbites de plusieurs comètes, au lieu d'être des ellipses, sont des paraboles ou des hyperboles dont les branches s'étendent à l'infini (1); de sorte que ces astres, après avoir dépassé une première fois leur périhélie, s'en écartent ensuite indéfiniment dans les profondeurs inconnues de l'espace.

Il existe cependant entre les comètes et les planètes des différences très prononcées. En cherchant, d'après les principes de la théorie de la gravitation, la densité des planètes, on a reconnu que la densité de Mercure est plus de 3 fois aussi grande que celle de la terre, qui est elle-même égale à environ 5 fois la densité de l'eau (2); tandis que la densité de Saturne, qui est la plus petite, est encore $\frac{1}{8}$ environ de celle de notre globe. La masse des comètes présente au contraire une densité beaucoup plus faible. Elles ne paraissent que comme des amas de vapeurs subtiles, à travers lesquelles on peut distinguer nettement les étoiles de moyenne grandeur et qui sont susceptibles d'être pénétrées entièrement par les rayons du soleil et de les réfléchir de tous les points de leur intérieur et de leur surface. D'ailleurs les orbites des comètes, quoiqu'assujéties aux mêmes lois que celles des planètes, en diffèrent cependant parce que les premières sont des ellipses très allongées, peut-être même des paraboles ou des hyperboles, et que ces orbites sont inclinées à l'écliptique sous tous les angles. Enfin le mouvement des comètes, au lieu d'être dirigé constamment d'occident en orient, comme pour les

(1) La parabole et l'hyperbole sont des courbes non rentrantes dont les deux branches s'écartent indéfiniment l'une de l'autre. Le foyer unique de la parabole et l'un des foyers de l'hyperbole se trouvent placés chacun sur l'axe qui sépare la courbe en deux parties égales et près de son sommet.

(2) Voir ci-dessus, p. 72.

planètes, présente tantôt cette même direction d'occident en orient et tantôt une direction en sens contraire.

III. Après avoir exposé ci-dessus les principaux phénomènes que présente la croûte du globe terrestre, la nature des matériaux qui la composent et les changements divers que ces matériaux ont dû éprouver depuis leur première formation, nous avons tâché de remonter aux époques les plus anciennes, celles de la formation de notre planète. Nous avons vu qu'en s'appuyant d'un côté sur les diverses observations que fournit l'examen de l'écorce terrestre, et d'un autre côté sur la connaissance des lois de la nature, on arrive à cette conclusion que les matériaux qui composent l'écorce de notre globe ont été primitivement à l'état fluide et que cette fluidité dépendait de la haute température qu'avait alors la masse terrestre.

Si nous considérons maintenant les analogies si remarquables qu'on observe entre toutes les planètes, la constance et la régularité qui se manifestent dans les mouvements de tous ces astres et l'harmonie parfaite avec laquelle tous ces corps sont subordonnés au soleil central et les uns aux autres, nous serons également portés à rechercher la cause qui aurait présidé à la formation et aux mouvements de notre système planétaire.

L'illustre géomètre qui a soumis, avec tant de succès, aux lois de la gravitation les mouvements les plus compliqués et les plus irréguliers en apparence de la mécanique céleste, a proposé aussi, sur la formation du système du monde, une hypothèse ingénieuse qui explique d'une manière plausible la plupart des phénomènes observés. Nous allons rapporter cette hypothèse, telle qu'elle a été présentée par son auteur (1); nous présenterons ensuite quelques observations critiques sur ce sujet.

Quelle que soit la nature de la cause qui a présidé à la formation de notre système planétaire, il faut que cette cause ait embrassé toutes les planètes et, vu la distance prodigieuse qui les sépare, elle ne peut avoir été qu'un fluide d'une immense étendue. Pour avoir donné à toutes les planètes un mouvement circulaire dans le même sens autour du soleil, il faut que ce fluide ait environné cet astre comme une atmosphère. La considération des mouvements planétaires a donc conduit à supposer qu'en vertu d'une chaleur excessive, l'atmosphère du soleil s'est primitivement étendue au-delà des orbes de toutes les planètes et qu'elle s'est resserrée successivement dans ses limites actuelles.

(1) Laplace, *Exposition du système du monde*, Bruxelles, 1827, p. 541.

Si nous supposons d'après cela que l'atmosphère solaire s'étendait, à une époque antérieure, au-delà des limites du système planétaire et que cette masse immense était dès-lors douée d'un mouvement de rotation sur son axe et sollicitée par les forces générales qui régissent ce mouvement et par l'attraction réciproque de toutes les molécules; si nous supposons en outre que la masse solaire, maintenue d'abord à l'état fluide par une chaleur excessive, s'est refroidie dans la suite des temps par le rayonnement de la chaleur dans l'espace, nous pourrons déterminer les effets qui ont dû en résulter successivement.

Pour que les molécules de la masse solaire fûssent en équilibre, il fallait d'abord que cette atmosphère présentât la forme d'un sphéroïde aplati vers les pôles et renflé vers l'équateur (1). Les molécules placées vers cet équateur étaient alors sollicitées par deux forces contraires, l'attraction qui tendait à les rapprocher du centre du soleil et la force centrifuge produite par la rotation qui tendait à les disséminer dans l'espace. La limite de cet équateur solaire devait se trouver au point même où ces forces contraires se faisaient mutuellement équilibre. Cependant, par suite du refroidissement, toutes les molécules solaires se resserraient de plus en plus et la limite supérieure de l'atmosphère se rapprochait davantage du centre. Mais, comme la force primitive d'impulsion qui restait toujours la même agissait alors à une distance plus rapprochée du centre, il fallait nécessairement que le mouvement de rotation du soleil s'accélérât de plus en plus et que la durée d'une révolution s'accomplit dans un espace de temps moins considérable. En effet, si l'on a deux corps de masse égale attachés à des fils de longueur différente et que l'on donne à chacun de ces corps une impulsion capable de lui faire décrire une circonférence de cercle, mais qui soit la même pour les deux corps, on comprend facilement que celui des corps qui est attaché au fil le plus court devra tourner avec plus de vitesse que l'autre corps. Ainsi le refroidissement de l'atmosphère solaire, en la réduisant successivement à des limites de plus en plus rapprochées du centre, déterminait en même temps dans toute la masse solaire une vitesse de rotation de plus en plus considérable.

Mais, pendant que l'atmosphère solaire allait ainsi en se condensant de plus en plus et que les molécules de vapeurs placées en dehors de l'équateur

(2) Voir ci-dessus, p. 74.

se rapprochaient du centre, les molécules équatoriales, placées d'abord à la limite extrême et pour lesquelles la force centrifuge était précisément égale à l'attraction centrale, devaient se séparer du reste de la masse solaire; elles formaient tout autour du soleil une masse annulaire de vapeurs et continuaient de décrire leur circonférence de cercle avec la vitesse qu'elles avaient eue dès l'origine. Le progrès du refroidissement devait par la suite des temps amener la formation de nouvelles zones de vapeurs, placées à des distances du soleil de plus en plus rapprochées, et la vitesse de rotation de chacune de ces zones successives devait devenir en même temps plus considérable.

Si l'on admet maintenant que l'atmosphère du soleil s'étendait à l'origine à une distance de plus de 662 millions de lieues et que le temps de la révolution de toute la masse était alors de 84 années, la zone de vapeurs formée à la limite de cette atmosphère primitive correspondra à l'orbite d'Uranus, la planète la plus éloignée. Une seconde zone, formée à une distance du soleil de 329 millions de lieues, lorsque l'atmosphère solaire ne s'étendait plus qu'à cette distance et que sa rotation s'accomplissait en 30 ans, correspondra à l'orbite de Saturne. Les zones suivantes correspondront également aux orbites des autres planètes; enfin la dernière zone se sera formée lorsque l'atmosphère était assez condensée pour ne plus s'étendre qu'à une distance de 13,361,000 lieues et que sa rotation s'achevait en 88 jours environ. Depuis ce moment la condensation de l'atmosphère a pu se continuer jusqu'à ce que cette atmosphère fût réduite à ses limites actuelles et la durée de sa rotation à 25 jours environ.

Le refroidissement et la contraction de chacune de ces zones de vapeurs pouvaient se faire de diverses manières. En supposant les diverses molécules de vapeurs répandues uniformément dans toute la zone, on conçoit qu'il a pu arriver que cette dernière, soumise au refroidissement, se soit contractée en largeur et en épaisseur, et qu'elle ait formé ensuite une zone solide ou un anneau qui devait circuler autour du soleil à peu près dans la période de temps qu'une planète, placée à cette distance, emploierait à faire une révolution. Mais la régularité qu'une telle formation exige dans toutes les parties de l'anneau et dans leur refroidissement a dû rendre ce phénomène extrêmement rare. Aussi le système solaire n'en présente-t-il qu'un seul exemple, celui des anneaux de Saturne.

Si les vapeurs n'étaient pas distribuées avec cette régularité parfaite, ou

bien, si la rotation de la zone de vapeurs, avant sa séparation, n'était pas précisément égale à celle d'une planète à la même distance, il a dû se présenter un second cas. La masse entière aura pu se séparer par le refroidissement en portions distinctes; les parties les plus rares, en se réunissant d'après les lois de l'attraction autour de cellesqui étaient plus denses, auront formé des masses sphéroïdiques distinctes et séparées, qui auront continué de circuler autour du soleil à des distances à peu près égales et avec des vitesses peu différentes. Cependant, comme la zone elle-même avait probablement une largeur considérable, les sphéroïdes ainsi formés à des distances différentes du soleil devaient présenter aussi des différences correspondantes pour la période de leur révolution. Nous remarquons en effet qu'il y a dans notre système planétaire quatre petites planètes qui se meuvent entre Jupiter et Mars, et qui semblent présenter un exemple de ce second mode de formation. Les périodes de leur révolution et leurs distances au soleil sont tellement rapprochées que leurs orbites ne semblent former qu'une zone de largeur et d'épaisseur moyenne. La zone de vapeurs qui a servi à leur formation s'étant ici séparée en plusieurs masses distinctes, on conçoit encore que les dimensions de ces astres doivent être peu considérables. Ajoutons encore que les perturbations produites par l'attraction que des corps aussi rapprochés devaient exercer les uns sur les autres nous permettent de concevoir pourquoi les orbites de ces planètes, au lieu de conserver la forme circulaire de la zone de vapeurs dont elles proviennent, sont devenues par la suite des ellipses très allongées.

Dans chacun de ces sphéroïdes en particulier, les molécules de toute la masse étaient, avant leur séparation, animéesd'un mouvement commun dans le sens de la révolution générale de l'atmosphère solaire; les molécules supérieures, les plus éloignées du centre du soleil, décrivaient ainsi dans le même temps une circonférence de cercle plus grande que les molécules inférieures; la vitesse réelle des premières était donc aussi plus considérable. Il devait résulter delà que, lorsque le sphéroïde se sera détaché, le mouvement des molécules supérieures aura entraîné les molécules inférieures et donné ainsi au sphéroïde entier un mouvement de rotation dirigé dans le sens de sa révolution autour du soleil.

Il pouvait arriver encore que, parmi les divers sphéroïdes dans lesquels la zone de vapeurs s'est partagée, il y en eût une qui surpassât les autres en grandeur et en densité. Cette dernière masse tendait alors à attirer les

autres masses plus petites et à transformer ainsi les matériaux de toute la zone en une seule masse sphéroïdique, laquelle, en se refroidissant et se contractant successivement, aura donné lieu à un corps planétaire circulant autour du soleil et animé d'un mouvement de rotation dirigé dans le sens de sa révolution. C'est là le cas qui s'est présenté le plus fréquemment dans la formation de notre système planétaire et c'est ainsi que se sont formées toutes les planètes depuis Uranus jusqu'à Mercure. Si maintenant l'orbite de chacune des planètes, au lieu de conserver la forme circulaire, est devenue une ellipse peu excentrique, on peut rendre compte de ce changement par l'attraction que chacune de ces planètes aura subie de la part des planètes voisines ou même de la part de comètes assez rapprochées. L'inclinaison de ces orbites sur le plan de l'équateur solaire qui les comprenait d'abord, peut provenir de ce que le noyau central autour duquel le globe planétaire a été formé n'était pas à l'origine dans le plan qui passait par le milieu de l'épaisseur de la zone, mais au-dessus ou bien au-dessous de ce plan, et par conséquent en dehors du plan de l'équateur solaire. Une telle disposition devait amener nécessairement une inclinaison du plan de l'orbite sur celui de l'équateur solaire, laquelle pouvait être augmentée encore par l'attraction des corps voisins qui se trouvaient dans des circonstances semblables.

Le progrès du refroidissement dans chacune des planètes en vapeurs devait donner lieu à des phénomènes analogues à ceux que nous venons de considérer dans l'atmosphère solaire en entier. Chacune de ces planètes a dû présenter d'abord un noyau environné d'une atmosphère qui ne s'est condensée que successivement autour de ce dernier. Quand cette atmosphère était assez petite ou le refroidissement assez lent pour que l'atmosphère pût se condenser jusqu'à ses dernières limites sans se séparer en anneaux, il en sera résulté une planète, telle que Mars et Mercure qui sont encore environnés d'une atmosphère très sensible, mais qui n'ont pas de satellites. Dans le cas contraire, il se sera formé aux limites de l'atmosphère une ou plusieurs zones de vapeurs. Chacune de ces zones aura donné lieu elle-même soit à un anneau solide, tel que celui de Saturne, tournant autour de la planète, soit à une planète secondaire qui aura continué de circuler autour de la planète principale en tournant dans le même sens sur son axe (1).

(1) Mr Plateau a fait connaître (*) un procédé très ingénieux pour reproduire en petit

(*) Mémoire sur les phénomènes que présente une masse liquide libre et soustraite à l'action de la pesanteur. *Mémoires de l'Académie royale de Bruxelles*, tom. XVI.

Un phénomène remarquable qu'on observe dans les satellites consiste en ce que le temps de leur rotation sur leur axe est précisément égal à celui qu'ils emploient pour décrire une révolution autour de la planète principale. C'est à cause de cette particularité que l'hémisphère de la lune dirigé vers la terre est toujours le même. Laplace a trouvé entre les satellites de Jupiter d'autres rapprochements très singuliers. Ainsi, lorsqu'on ajoute au mouvement moyen du premier satellite, le double du mouvement moyen du troisième, la somme est exactement égale à trois fois le mouvement moyen du second. Il résulte de là que les trois premiers satellites de Jupiter ne sauraient être éclipsés à la fois. De même encore la durée de la révolution du premier satellite, plus deux fois la durée de la révolution du troisième, forme une somme égale à trois fois la durée de la révolution du second. L'hypothèse que nous avons rapportée rend aussi compte de ces diverses circonstances.

les principales circonstances que nous venons de supposer dans la formation des planètes. Il s'est attaché à obtenir une masse fluide isolée, dans laquelle les molécules pourraient obéir librement à l'attraction mutuelle qu'elles exercent les unes sur les autres et aux autres forces qu'on voudrait faire agir sur elles, sans que l'action de la pesanteur pût contrarier l'action de ces forces. Pour y parvenir, il introduit dans un mélange d'eau et d'alcool ou esprit de vin, fait en proportions convenables, une certaine quantité d'huile d'olives. Ce dernier liquide, étant moins dense que l'eau, surnagerait sur l'eau pure; mais, comme il est plus dense que l'alcool, il irait au fond dans un vase qui contiendrait de l'alcool seul. Cependant si l'on met ensemble de l'eau et de l'alcool dans des proportions convenables, on obtient un mélange dont la densité est précisément égale à celle de l'huile et dans lequel par conséquent ce dernier liquide, soustrait à l'action de la pesanteur, restera en équilibre au milieu de celui qui l'environne. En versant dans le mélange ainsi préparé une certaine quantité d'huile, on remarque d'abord que les molécules d'huile venant à se réunir constituent une masse qui reste suspendue dans le liquide alcoolique et *qui prend la forme d'une sphère parfaite.* Si l'on introduit dans l'intérieur de la sphère un fil de fer, muni d'un petit disque du même métal et préalablement mouillé d'huile, et qu'on donne au fil métallique un mouvement de rotation, ce mouvement se communiquera de proche en proche à toutes les molécules de la sphère et l'on pourra observer les phénomènes d'une sphère fluide isolée en rotation. On voit alors la sphère *s'aplatir à ses pôles et se renfler à son équateur*, tant que la vitesse de rotation est peu considérable; mais, lorsque cette vitesse devient plus grande, la sphère liquide s'aplatit d'abord de plus en plus, puis se creuse en dessus et en dessous autour de l'axe de rotation, en s'étendant toujours dans le sens horizontal, et enfin, abandonnant le disque, *elle se transforme en un anneau parfaitement régulier*. M. Plateau est même parvenu à obtenir ainsi une masse sphérique centrale avec un anneau complètement isolé et rappelant tout-à-fait le système de Saturne avec son anneau. En variant les détails de l'expérience, il a vu le premier anneau *se partager en plusieurs masses isolées* dont chacune prenait aussitôt la forme sphérique. Une ou plusieurs de ces sphères *prenaient*, au moment de leur formation,

A l'époque où la lune se solidifia, elle prit sous l'action de la terre une forme moins régulière, moins simple que si aucun corps attractif étranger ne s'était trouvé à proximité. L'action de notre globe rendit elliptique un équateur qui, sans cela, aurait été circulaire. Cette action n'empêcha pas l'équateur lunaire d'être partout renflé; mais la proéminence du diamètre équatorial dirigé vers la terre, devint quatre fois plus considérable que celle du diamètre que nous voyons perpendiculairement. Depuis lors l'attraction que le globe exerce sur ce renflement de la lune ramène constamment le grand axe de la lune dans sa direction habituelle, de même que sur la terre un pendule écarté de la verticale est ramené dans cette direction par la pesanteur. Quant au second résultat qui concerne les satellites de Jupiter, Laplace a prouvé que lors même que les trois premiers satellites n'auraient pas eu dès leur origine le rapport exact qu'on observe, l'action mutuelle de ces astres devait les amener à l'état mathématique actuel (1).

Pour énumérer les diverses particularités qui ont pu se présenter dans la condensation de l'atmosphère solaire, il nous reste encore à en considérer une qui est peut-être la cause d'un phénomène très connu dans notre système planétaire, celui de la *lumière zodiacale*. On désigne ainsi une lueur blanche qu'on aperçoit dans le plan de l'équateur du soleil, tantôt le matin et tantôt le soir, lorsque l'astre est un peu au-dessous de l'horizon et qui est assez rare pour laisser distinguer les petites étoiles au travers.

un mouvement de rotation sur elles-mêmes, qui était toujours dirigé dans le même sens que celui de l'anneau. Elles continuaient d'ailleurs de circuler quelque temps autour du disque, entraînées par le mouvement que celui-ci avait communiqué à la liqueur alcoolique, et présentaient ainsi le curieux spectacle de planètes tournant à la fois sur elles-mêmes et dans leur orbite. Enfin, dans ces circonstances, outre trois ou quatre grosses sphères dans lesquelles se partage l'anneau, il s'en produisait presque toujours une ou deux très petites qui peuvent être comparées à des satellites.

Nous devons cependant faire remarquer que les effets que nous venons de décrire, quoiqu'analogues à ceux que suppose la théorie de la formation des planètes, en diffèrent à plusieurs égards. L'attraction moléculaire, qui est mise en jeu dans ces expériences, est soumise à d'autres lois que l'attraction universelle agissant à distance, que l'on suppose dans la théorie de la formation des planètes; d'ailleurs rien ne remplace dans ces expériences la contraction produite par suite du refroidissement qu'on suppose également dans cette théorie. Les analogies que nous avons signalées proviennent de ce que, tant dans cette théorie que dans les effets rapportés ci-dessus, il y a une lutte entre la force centrifuge provenant de la rotation, et une autre force qui tend constamment à faire prendre aux parties de la masse la forme sphérique ou bien à maintenir cette forme.

(1) Arago. *Annuaire du bureau des longitudes*, 1844, p. 295 et 322.

Pendant que les diverses zones que l'atmosphère solaire abandonnait successivement à sa limite, se condensaient pour former soit des anneaux, soit des planètes, il a pu s'y trouver également des molécules trop volatiles pour se réunir entr'elles ou aux planètes. Ces molécules auront pu se conserver dans le même état où elles se trouvaient au moment de leur séparation; elles auront continué de circuler autour du soleil sans pouvoir opposer de résistance aux mouvements des divers corps du système planétaire. Il pourrait donc exister plusieurs de ces zones, sans que nous puissions reconnaître leur existence par la résistance qu'elles offrent; mais cette existence deviendra sensible lorsque les molécules déliées dont elles sont formées émettent une lumière propre. La lumière zodiacale, dont la partie visible s'étend, dans la direction de l'équateur solaire, au-delà même de l'orbite de Mars, pourrait n'être qu'une portion de ces zones de vapeurs qui séparent les orbites des diverses planètes et l'on pourrait ainsi considérer ces astres comme des îles flottantes au sein d'un vaste océan de la matière lumineuse formée des débris de leur propre substance.

On peut encore, dans l'hypothèse que nous avons développée, se rendre compte des diverses particularités qu'on observe dans les comètes, qui se présentent encore à nous comme des amas de matière nébuleuse très rare. Pendant que les matériaux fluides qui devaient former plus tard le soleil et les planètes se condensaient progressivement, on peut supposer que, en dehors de l'atmosphère solaire, la matière lumineuse répandue dans tout l'univers se condensait autour de noyaux distincts et séparés pour former les comètes et que les amas de matières ainsi formés se mouvaient dans l'espace dans des directions et avec des vitesses très-différentes. Quelques-uns de ces astres, de ces nébuleuses errantes, venant à pénétrer dans la grande nébulosité, à l'époque de sa condensation et de sa formation, tombèrent dans le soleil en décrivant des spirales et leurs matériaux se réunirent à ceux du soleil et des planètes. Cependant il y avait d'autres comètes, dont les orbites très-allongées n'étaient comprises qu'en partie dans l'atmosphère solaire, mais qui se trouvaient alors dans des points de ces orbites assez éloignés pour ne pas être entraînés par cette atmosphère. Ce n'est qu'après que le soleil était déjà formé qu'ils seront arrivés dans la partie de l'espace où l'attraction du soleil était prépondérante et cette attraction tendait alors à les forcer à circuler autour du soleil. Mais, comme leur orbite primitive devait être nécessairement excessivement allongée, on conçoit que, malgré

l'attraction du soleil, cette orbite doit conserver encore une excentricité considérable; d'ailleurs, comme le mouvement de ces astres se faisait d'abord dans toutes les directions et sous toutes les inclinaisons à l'écliptique, on voit encore que les orbes qu'ils auront décrits par la suite doivent être encore inclinés sous des angles très différents et que la direction du mouvement peut avoir lieu dans tous les sens.

Nous avons supposé ci-dessus que la nébuleuse solaire avait à l'origine un mouvement de rotation primitif sur son axe. On peut se demander quelle a été la cause de ce mouvement lui-même? Etait-ce l'action d'une force impulsive primordiale, distincte des forces attractives qui régissent les mouvements actuels des corps célestes, ou bien cette impulsion a-t-elle été elle-même produite par l'attraction d'autres corps placés en dehors de la nébuleuse solaire? Laplace admet que, lorsque trois corps sans mouvement, parmi lesquels deux auraient beaucoup plus de masse que le troisième, s'attirent mutuellement, il faut qu'en général les deux corps les plus gros se réunissent entre eux, tandis que le troisième circulera autour du centre commun de gravité. L'attraction serait ainsi devenue la cause d'un genre de mouvement auquel l'impulsion semblait seule pouvoir donner naissance (1).

Si nous résumons maintenant les divers résultats que nous avons développés, nous trouvons que les phénomènes singuliers du peu d'excentricité des orbes des planètes et des satellites, du peu d'inclinaison de ces orbes à l'équateur solaire et de l'identité du sens des mouvements de rotation et de révolution de tous ces corps avec celui de la rotation du soleil, et même les particularités observées dans le mouvement des comètes, s'expliquent avec la plus grande facilité, lorsqu'on admet l'hypothèse que nous avons développée et donnent à cette hypothèse une grande vraisemblance.

On peut encore alléguer, à l'appui de cette hypothèse, que la fluidité primitive qu'elle suppose pour toutes les planètes semble en effet, d'après les raisons que nous avons développées ci-dessus (2), avoir été l'état initial de notre globe. La forme aplatie des autres planètes tend aussi à faire croire que ces corps ont été à l'origine à l'état fluide et que leur aplatissement est le résultat de la force centrifuge produite par la rotation qui les animait dès avant leur condensation. Les observations que nous devons rappeler encore

(1) Arago, *Annuaire du bureau des longitudes*, 1844, p. 351.
(2) Voir ci-dessus, p. 73.

relativement aux étoiles fixes et aux nébuleuses, ont amené quelques astronomes à supposer que le mode de formation que nous venons d'indiquer pour les corps de notre système planétaire, se continue encore de nos jours dans le système général des corps célestes. Mais, avant de donner l'exposé de ces observations, nous allons rapporter d'abord les objections principales qu'on a faites contre la théorie que nous venons de développer.

IV. La première de ces objections et l'une des plus fortes que l'on puisse alléguer, c'est que les analogies que cette hypothèse suppose entre toutes les planètes ne sont pas tellement prononcées qu'il ne s'y présente des exceptions remarquables. Sans parler de la différence considérable qui existe entre les excentricités des diverses planètes et qui varie de $\frac{7}{1000}$ à $\frac{1}{4}$ (elle est pour Venus de 0,0068607 du demi grand axe de l'orbite et pour Junon, une des quatre petites planètes, de 0,2578480 (1)), nous ferons observer que l'inclinaison des orbites présente aussi des différences très sensibles. L'orbite de Pallas est inclinée à l'écliptique de $34^{\circ}\frac{1}{2}$, tandis que celle de Jupiter ne l'est que de $1^{\circ}\frac{1}{3}$ environ et que l'inclinaison de l'orbite d'Uranus n'atteint pas même un degré. Cette dernière planète et ses satellites présentent encore des anomalies singulières. En effet les plans des orbites de ces satellites, au lieu d'être, comme celui de leur astre central, à peu près parallèles au plan de l'écliptique, sont au contraire inclinées sur ce plan sous un angle de 78°58'; elles sont presque perpendiculaires à ce plan. Si l'on suppose donc que pour Uranus, comme pour les autres planètes, les plans des orbites des satellites coïncident à peu près avec le plan de l'équateur de la planète principale, on trouve que l'axe de rotation hypothétique d'Uranus doit être à peu près couché sur l'écliptique, puisque les satellites se meuvent perpendiculairement à ce plan. D'ailleurs le mouvement des satellites n'est pas, comme cela a lieu pour tous les autres corps planétaires, dirigé d'occident en orient; *ce mouvement est* au contraire *rétrograde* ou dirigé de l'est à l'ouest (2).

Nous pourrions faire observer ici que la planète Uranus qui présente ces anomalies, les plus grandes que l'on connaisse dans notre système planétaire,

(1) Herschel, *Traité d'astronomie*, p. 553.

(2) Arago, *Annuaire du bureau des longitudes*, 1842, p. 585. L'inclinaison du plan des orbites des satellites est, d'après Mœdler *populære astronomie*, de 99°44' et par conséquent plus grande qu'un angle droit. Si l'on admet ce dernier nombre, le mouvement des satellites, ayant lieu en réalité de l'ouest à l'est, paraîtrait, projeté sur l'écliptique, dirigé en sens inverse et cette dernière anomalie ne serait plus qu'apparente.

est précisément celle qui se trouve placée aux dernières limites de ce système. Cette particularité tiendrait-elle à ce que la régularité plus grande qui a présidé à la formation des autres planètes aurait été empêchée ici par l'attraction des corps célestes placés en dehors du système lui-même? Mais alors quels sont ces corps, qui auraient altéré et même changé complètement la direction du mouvement de révolution des satellites et incliné leurs orbites sur l'écliptique sans troubler la direction du mouvement de révolution de la planète principale et le plan de son orbite. On peut remarquer d'ailleurs que les observations qui concernent la planète Uranus sont encore assez incomplètes. Il serait bien à désirer que les perfectionnements introduits récemment dans la construction des grands instruments d'optique à réfraction permissent à un astronome distingué de compléter les observations d'Herschel sur un sujet aussi intéressant.

On a fait contre l'hypothèse de Laplace quelques autres objections que nous devons rappeler encore. On s'est demandé quelle a pu être la nature du soleil à l'état de nébuleuse lorsqu'il s'étendait sur un espace aussi prodigieux que celui que l'on suppose, et comment et pourquoi les portions détachées successivement de cet astre ont perdu par la suite la propriété d'émettre la lumière, tandis que celles qui font encore partie de cet astre ont conservé cette propriété. On a dit également que, dans l'hypothèse de Laplace, la densité des planètes devrait être dans un rapport déterminé avec leurs distances au soleil; tandis que la densité d'Uranus est plus grande que celle de Saturne et que cette dernière est inférieure à celle de Jupiter. Mercure, qui est la planète la plus rapprochée du soleil, est en effet la plus dense de toutes les planètes; mais le soleil lui-même qui devrait avoir une masse plus dense que les planètes se compose d'un tissu plus de quinze fois plus rare que Mercure (1). Enfin, il a semblé à quelques astronomes que la grande excentricité et la forte inclinaison des orbites des comètes, ainsi que la direction de leur mouvement qui a lieu dans tous les sens, ne peuvent guère se concilier avec l'hypothèse de Laplace, mais que ces défauts de régularité sont directement en opposition avec cette hypothèse. Tandis que Laplace considère ces astres comme formés en dehors du grand système

(1) En prenant la densité de la terre comme unité, celle du soleil est égale à 0,22 celle d'Uranus, 0,20; de Saturne, 0,12; de Jupiter, 0,22; de Mars, 0,69; de la terre 1,00; de Vénus, 1,07; enfin celle de Mercure est de 3,61. (Voy Littrow, p. 564.)

solaire, comme des corps étrangers à ce système, il a semblé à ces astronomes que le nombre prodigieux des comètes qui circulent autour du soleil et qui sont soumises à son empire (1), comparé avec le nombre si restreint des onze planètes et des dix-huit satellites devait faire regarder les comètes comme les sujets principaux de l'empire du soleil plutôt que les planètes elles-mêmes (2).

Nous croyons cependant qu'on pourrait répondre à quelques-unes de ces objections. D'abord, si l'on admet, avec la plupart des astronomes, que les nébuleuses sont formées d'une matière lumineuse qui se condense encore graduellement, l'analogie de ces nébuleuses avec le soleil dans son état primitif devient très sensible. Quant à ce qui concerne la densité du soleil qui devrait surpasser de beaucoup celle des planètes, nous pourrions faire remarquer que la densité du soleil telle qu'on la suppose ordinairement se rapporte au volume de cet astre calculé d'après les dimensions apparentes du disque lumineux que nous observons. Cependant il est probable, d'après les diverses observations, que le soleil n'est pas un globe de masse lumineuse homogène (3) ; mais qu'il se compose d'un noyau solide et opaque, environné de nuages lumineux qui se trouvent à une distance très considérable de la surface du noyau. On conçoit d'après cela que le volume réel du soleil peut être en effet prodigieusement moins considérable que celui que l'on suppose ordinairement et, par conséquent, que sa densité, qui est toujours égale au rapport de la masse au volume, sera elle-même beaucoup plus grande et de beaucoup supérieure à celle des planètes.

Il faut cependant reconnaître que plusieurs de ces objections semblent très fondées, que l'hypothèse fondamentale de Laplace n'est démontrée par aucun fait direct et positif, et que sa théorie présente d'ailleurs des diffi-

(1) Le nombre des comètes dont il est fait mention dans l'histoire s'élève à près de cinq cents. Ce nombre ne comprend que les comètes qui ont été visibles à l'œil nu et même seulement les plus remarquables de ces astres. Mais on sait aujourd'hui qu'il y a plusieurs comètes qu'on ne peut apercevoir qu'avec le secours des télescopes et que la réunion des circonstances nécessaires pour observer ces astres est telle qu'il a dû arriver très fréquemment que plusieurs comètes auront échappé à l'observation. En tenant compte de ces circonstances et du grand nombre de comètes qui ont été observées en effet par les astronomes modernes, on peut porter à plusieurs milliers le nombre réel de ces astres remarquables.

(2) Von Littrow, *die wunder des himmels*, p. 639.

(3) Arago, *Annuaire du bureau des longitudes*, 1842, p. 500.

cultés de détail assez grandes. Aussi Laplace ne présenta-t-il « ses con»jectures sur la formation du système solaire qu'avec la défiance que doit »inspirer tout ce qui n'est pas un résultat du calcul et de l'observation. » Peut-être, dit M. Arago, doit-on regretter qu'elles n'aient point reçu de plus grands développements, surtout en ce qui concerne la division de la matière en *anneaux distincts;* peut-être est-il fâcheux que l'illustre auteur ne se soit pas suffisamment expliqué touchant l'état physique primitif, l'état moléculaire de la nébuleuse aux dépens de laquelle se seraient formés le soleil, les planètes, les satellites de notre système; peut-être doit-on déplorer, en particulier, que Laplace ait cru pouvoir passer légèrement sur la possibilité, suivant lui évidente, de mouvements de circulation, résultant de l'action de simples forces attractives, etc.

« Nonobstant ces lacunes, les idées de l'auteur de la *Mécanique céleste*, n'en sont pas moins les seules qui, par leur grandeur, leur cohérence, leur caractère mathématique, puissent être vraiment considérées comme formant une *cosmogonie physique;* les seules qui trouvent aujourd'hui un puissant appui dans les résultats des études récentes des astronomes, sur les nébulosités de toute grandeur et de toute forme dont le firmament est parsemé (1). »

Nous devons maintenant faire connaître ces résultats. Nous tâcherons de résumer d'abord les principales observations que l'on a faites par rapport aux étoiles fixes et aux nébuleuses; nous rappellerons ensuite les conclusions qu'on a déduites de ces observations relativement au système général des corps célestes.

V. En rappelant (p. 93) les caractères qui distinguent les planètes des autres étoiles, nous avons dit que les premières se déplacent dans le ciel de manière à décrire une orbite plus ou moins étendue; tandis que les étoiles persistent constamment dans les mêmes points du ciel et que les distances qui les séparent les unes des autres sont invariables. C'est pour cela qu'on les désignait autrefois sous le nom de *fixes*. Cependant cette fixité n'est pas générale. En mesurant les distances relatives des étoiles avec tous les soins que comportent les perfectionnements des instruments modernes, on a trouvé que plusieurs de ces astres présentent un mouvement propre dont on a déterminé la grandeur et la direction. Ces observations portèrent les astro-

(1) Arago, *Annuaire du bureau des longitudes*, 1844, p. 354.

nomes à supposer que le soleil lui-même, avec les planètes et les comètes qui composent son système, avait aussi un mouvement de translation dans l'espace et que le déplacement apparent des étoiles fixes dépendait du mouvement du soleil aussi bien que du leur propre. En discutant toutes les observations connues en 1783, Herschel trouva que notre système solaire s'avance en effet vers l'étoile λ de la constellation d'*Hercule*, ou plus exactement, vers un point du ciel, qui, en 1783, était situé par 257° d'ascension droite et par 25° de déclinaison boréale. Une détermination plus précise, faite par M. Argelander en 1837 et fondée sur la discussion de 390 mouvements propres d'étoiles, a fixé le même point du ciel par 260°50 d'ascension droite et 31°17' pour l'année 1800 (1).

Lorsqu'on observe les étoiles au télescope, on remarque que plusieurs de ces astres sont *doubles*, c'est-à-dire, qu'elles se résolvent en deux étoiles très rapprochées. Il y a même des étoiles *triples* où l'on distingue trois étoiles et en général des étoiles *multiples*. W. Herschel avait compté déjà plus de 500 étoiles doubles, formées d'étoiles éloignées l'une de l'autre de moins d'une demi-minute. On connaît aujourd'hui 6,000 étoiles doubles.

Herchel trouva encore que plusieurs étoiles doubles ont aussi un mouvement propre, qu'elles se déplacent d'une manière régulière et progressive et toujours dans le même sens. Il découvrit également qu'il existe des systèmes stellaires formés de deux étoiles qui tournent l'une autour de l'autre dans des orbes réguliers circulaires ou elliptiques et qu'on peut nommer étoiles *binaires*. Le temps employé à décrire cet orbe est variable d'un de ces systèmes à l'autre. Pour l'étoile η de la *Couronne*, cette période n'est que de 43 ans, tandis qu'elle est de 513 années pour l'étoile γ de la *Vierge*. L'ellipticité des orbites de ces astres et la régularité de leurs mouvements indiquent que la gravitation, dont nous observons les effets dans les planètes et les comètes de notre système, se manifeste encore au-delà des limites de ce système et qu'elle régit également les lois de ces étoiles tournant les unes autour des autres.

Il est donc bien constaté que, parmi les étoiles qu'on avait regardées comme fixes, il en est qui changent de place d'une manière très sensible. L'observation a montré en outre que plusieurs de ces astres présentent dans leur état physique des changements et des variations très remarquables. On

(1) *Institut*, 1838, p. 21.

connaît en effet des étoiles qui, sans se distinguer des autres par un déplacement apparent ni par une différence d'aspect dans les télescopes, sont sujettes à des accroissements et des diminutions périodiques d'éclat qui vont, dans un ou deux cas, jusqu'à l'extinction et à la révivification complètes. On les a nommées étoiles *périodiques*.

Ainsi l'étoile *o* de la constellation de la *Baleine* paraît d'abord comme une belle étoile de 2e grandeur; cet éclat dure 15 jours environ et diminue ensuite pendant près de trois mois, jusqu'à ce qu'elle devienne complètement invisible l'espace d'à-peu-près cinq mois; après quoi son éclat va en croissant pendant les trois autres mois de sa période. Les retours au plus grand éclat se font après 333 jours environ. Mais cette période est sujette à des variations. Hevelius rapporte même que, pendant les quatre années écoulées d'octobre 1672 à décembre 1676, l'étoile ne parut pas du tout. Herschel trouva également que la durée des périodes des divers éclats de cette étoile, ainsi que les maximum et minimum de ces éclats sont variables. Une autre étoile *Algol* ou *la tête de Méduse* passe de la 2e à la 4e grandeur dans une période de 2j. 20h. 48m..

En comparant les grandeurs d'une même étoile observées à des époques différentes et même à des intervalles assez rapprochés, on a reconnu que quelques-uns de ces astres diminuent graduellement et qu'il en est qui ont disparu complètement; tandis qu'il y a des étoiles dont l'intensité augmente graduellement. On connaît même plusieurs exemples d'étoiles qui ont commencé à briller subitement d'un éclat extraordinaire et qui ont bientôt disparu sans laisser de traces. On les a nommées étoiles *temporaires*. Telle a été celle dont l'apparition soudaine fixa, dit-on, l'attention d'Hipparque et lui fit entreprendre son catalogue d'étoiles, le plus ancien dont il soit fait mention. Dans les années 945, 1264 et 1572 des étoiles brillantes ont paru dans la région du ciel comprise entre Cephée et Cassiopée. Celle de 1572 apparut tout-à-coup le 11 novembre avec une lumière aussi brillante que Sirius, et elle continua de croître en éclat au point de surpasser Jupiter et d'être visible en plein midi. Elle commença à décroître en décembre de la même année et au mois de mars 1574 elle avait entièrement disparu. Sa couleur éprouva des variations considérables : elle fut d'abord d'un blanc éclatant, puis jaunâtre, ensuite rougeâtre et enfin d'un blanc plombé. Le 10 octobre 1604, une étoile du même genre, non moins brillante, apparut dans la constellation du serpentaire et fut visible jusqu'en octobre 1605.

Pour expliquer les changements que nous venons d'indiquer dans les étoiles périodiques, on a proposé trois hypothèses principales. Les uns supposent que ces étoiles ont des planètes invisibles pour nous à raison de la distance, qui, dans leurs révolutions, s'interposent et produisent une éclipse; les autres veulent que ces étoiles aient un mouvement de rotation, et que la surface présente des parties obscures ou de grandes taches; ou bien que la forme de l'astre soit lenticulaire et que la surface qui nous est offerte, variant d'étendue, cause le changement d'éclat.

Pour expliquer l'apparition des étoiles temporaires, Tycho Brahé supposait qu'elles étaient le résultat de la récente agglomération d'une portion de matière diffuse dans l'univers; Newton les attribuait à la conflagration d'une planète qui se serait précipitée sur son soleil; d'autres encore ont supposé que ces astres s'écartaient ou se rapprochaient de la terre en ligne droite ou suivant des ellipses très allongées; enfin on a supposé que ces étoiles étaient, comme les étoiles périodiques, couvertes de taches ou de parties obscures, et douées d'un mouvement de rotation qui ne les rendait visibles que dans une partie de leur rotation. Ainsi les étoiles qui se montrèrent en 945 et en 1264 n'étaient que d'anciennes apparitions de l'étoile de 1572. Les différences qui existent entre les périodes qui séparent ces trois époques ne semblent pas plus considérables que celles qu'on a observées pour les étoiles périodiques généralement reconnues. Cependant les changements qu'on a constatés dans la couleur de l'étoile de 1572 et qui ne peuvent être expliqués par la première hypothèse, tendent plutôt à faire supposer que cette étoile était réellement différente des étoiles périodiques et que les changements observés dans la coloration dépendaient de changements physiques opérés à la surface même de cet astre.

La coloration des étoiles en général et surtout celle des étoiles doubles présente encore des phénomènes dignes d'intérêt. La plupart des étoiles simples émettent une lumière blanche, qui se rapproche plus ou moins du jaune, et qui ne passe que très rarement au rouge. Dans les étoiles doubles au contraire, l'étoile centrale est ordinairement blanche, passant souvent au jaune et plus rarement au rouge, comme pour les étoiles simples, tandis que son satellite est le plus souvent bleu ou vert. Il en est d'autres cependant dans lesquelles la première étoile est blanche ou jaune et la petite rouge, ou bien la première, de couleur orangée et l'autre verte; enfin il en est dans lesquelles les deux étoiles présentent une même teinte bleue. Il paraît que la

production de ces diverses teintes dans les étoiles d'un même système n'est souvent qu'une illusion optique (1); mais il y a plusieurs étoiles pour lesquelles cette explication n'est pas admissible et dans lesquelles le phénomène des couleurs paraît être un caractère inhérent à chacune des étoiles du groupe.

Nous avons déjà vu que, en ayant égard à la différence d'éclat que présentent les étoiles, on a divisé ces astres en plusieurs classes ou ordres de grandeur, de telle manière que les étoiles les plus brillantes sont dites de première grandeur, puis celles qui viennent immédiatement après appartiennent à la seconde grandeur, et ainsi de suite. La sixième grandeur composait pour les anciens le dernier ordre d'étoiles visibles à l'œil nu. Aujourd'hui plusieurs étoiles observables sans le secours des instruments sont rangées dans la septième grandeur. On peut se demander maintenant quel est le rapport exact entre les intensités des étoiles appartenant à des classes différentes, quelles sont les distances comparatives de tous ces astres à la terre et quelle est leur distance absolue, et enfin quel est le diamètre apparent et la grandeur réelle de ces astres? Nous indiquerons rapidement les résultats obtenus par les astronomes modernes en réponse à ces diverses questions.

Herschel est le premier qui essaya de comparer d'une manière exacte les intensités de deux étoiles de différentes classes. Pour cela, il observait l'image d'une étoile de première grandeur, par exemple, dans un télescope de 7 pieds, et celle d'une autre étoile, dans un autre télescope exactement pareil et placé à côté du premier. Des ouvertures circulaires en carton de différents diamètres réduisaient graduellement, à volonté et suivant des rapports connus, la quantité de lumière qui formait dans un des télescopes l'image de l'étoile la plus brillante. On s'arrêtait, en opérant cette réduction, au moment où l'image ainsi affaiblie paraissait égale à l'image sans affaiblissement de la seconde étoile vue dans l'autre télescope, et l'on pouvait déterminer d'après cela quelle était la portion de la lumière émise par la première étoile, qui équivalait à la lumière totale de l'autre étoile. Herschel trouva ainsi que la lumière d'*Arcturus*, étoile de première grandeur, était exactement quatre

(1) Lorsqu'on regarde un objet d'un rouge vif, jaune ou bleu, qui est très rapproché d'un autre dont la couleur est blanche et l'éclat plus faible, ce dernier objet ne présente plus la couleur blanche, mais il paraît respectivement d'une teinte verte, violette ou orangée. De même encore, lorsqu'après avoir fixé ses regards pendant quelque temps sur un objet présentant l'une des trois premières couleurs, on les porte ensuite sur un carton blanc, ce carton paraîtra lui-même coloré et la couleur sera celle des trois dernières teintes qui correspond à la couleur de l'objet. (Voyez pour l'explication de ce phénomène les ouvrages de physique.)

fois aussi grande que celle de α d'*Andromède*, de *la polaire* et de γ de *la grande ourse*, toutes étoiles de deuxième grandeur. Il est d'ailleurs prouvé que la lumière émise par un même corps décroît suivant le rapport du carré des distances, qu'elle est quatre fois moindre à une distance double, neuf fois moindre à une distance triple, etc. On peut donc conclure de ces observations que l'étoile de première grandeur *Arcturus*, transportée à une distance de la terre double de sa distance actuelle, serait encore aussi brillante qu'une étoile de deuxième grandeur. Il résulte également des comparaisons établies entre ces dernières étoiles et celles des classes inférieures, qu'Arcturus de première grandeur deviendrait de quatrième grandeur, si on le portait au quadruple de sa distance actuelle, et que le même astre, transporté à huit fois sa distance actuelle, aurait encore une grandeur visible à l'œil nu (1).

En choisissant pour point de départ non plus *Arcturus*, mais la *Chèvre*, la *Lyre*, *Sirius*, toutes étoiles de première grandeur, et prenant une sorte de moyenne entre les résultats extrêmes, on trouve que, dans leur ensemble, les étoiles de première grandeur pourraient être transportées douze fois plus loin que leur distance actuelle, sans cesser d'être visibles à l'œil nu, sans être réduites au-dessous de la sixième grandeur.

Mais au-delà de ces étoiles visibles à l'œil nu, le télescope nous en découvre encore un grand nombre d'autres. Il paraît naturel de supposer que, parmi ces astres, il en est au moins quelques-uns qui sont en effet aussi brillants que les étoiles de première grandeur plus rapprochées de nous, et que le peu d'éclat qu'émettent ces astres provient de la distance plus considérable à laquelle ils se trouvent de la terre. Herschel employa, pour les observer, des télescopes qui recevaient successivement 4 fois, 9 fois, 16 fois, etc., plus de lumière que l'œil nu, et qui rapprochaient les objets respectivement de 2 fois, 3 fois, 4 fois, etc. Il reconnut ainsi que le premier de ces instruments faisait apparaître plusieurs étoiles tout-à-fait invisibles à l'œil nu, et que chacun des télescopes suivants faisait découvrir de nouveau des étoiles qui avaient échappé aux autres instruments. On peut donc conclure de là qu'il existe en effet des étoiles 2 fois, 3 fois, 4 fois, etc., plus éloignées de nous que les dernières étoiles visibles à l'œil nu, et, par conséquent,

(1) Arago, *Notice sur les travaux d'Herschel*, *Annuaire du bureau des longitudes* 1842. On trouve dans ce travail remarquable le développement de plusieurs des résultats que nous n'avons qu'indiqués dans ce résumé.

24 fois, 36 fois, 48 fois, etc., plus éloignées que les étoiles de première grandeur. Avec un télescope de 20 pieds, l'observateur apercevait des étoiles dont la distance devait être 900 fois plus grande que celle des étoiles de première grandeur et il était évident qu'un télescope plus fort aurait montré des étoiles plus éloignées encore.

Les observations que nous venons de rappeler nous indiquent bien quelle est la distance relative des étoiles de diverses grandeurs ; mais elles ne montrent pas encore quelle est la distance absolue de ces astres à la terre. La détermination de cette distance est l'un des sujets les plus délicats et les plus difficiles de l'astronomie. Nous avons vu que, pour connaître la distance de la terre à un corps céleste, il fallait déterminer la parallaxe de cet astre ou l'angle sous lequel un observateur placé au centre de l'astre verrait le demi-diamètre de la terre. La valeur de cet angle, qui, pour le soleil, n'est déjà que de $8''\frac{1}{2}$ environ, est tout-à-fait insensible pour les étoiles. On a donc essayé de déterminer l'angle compris entre deux rayons visuels qui iraient d'une étoile aux deux extrémités du rayon de l'orbite terrestre, lequel est de plus de 34 millions de lieues. C'est là ce qu'on appelle la *parallaxe annuelle* des étoiles. Mais cet angle même est encore trop petit pour pouvoir être apprécié (1). D'ailleurs comme le degré de précision des observations

(1) Lorsqu'on observe un objet élevé, un clocher par exemple, et placé à une grande distance, le rayon visuel mené du sommet de l'objet à l'observateur fait avec la ligne horizontale, passant également par l'observateur, un angle déterminé qui est d'autant moindre que la distance à l'objet est plus considérable. Si l'on mesure la valeur de cet angle à partir des deux extrémités d'une ligne horizontale dont la longueur est connue et qui passe aussi par l'objet, on peut déterminer la valeur de l'angle compris entre les deux rayons menés du sommet de l'objet aux deux extrémités de la ligne qu'on a prise pour base. Considérons maintenant le moment où la terre parcourt la partie *méridionale* de son orbite et choisissons une étoile placée *vers le nord*, et comprise dans un plan perpendiculaire à l'écliptique et qui passe par la position actuelle de l'observateur, et par celle où il sera au bout de six mois. De l'étoile, abaissons une perpendiculaire au plan de l'écliptique, et menons du pied de cette perpendiculaire une ligne à l'observateur. Mesurons alors l'angle compris entre cette dernière ligne et le rayon visuel joignant l'observateur et l'étoile. Ce rayon visuel constitue alors l'*hypoténuse* d'un triangle rectangle dont la perpendiculaire abaissée de l'étoile est la *hauteur* et dont la ligne menée du pied de cette perpendiculaire est la *base ;* et l'angle déterminé est la mesure de la hauteur angulaire de l'étoile au-dessus du plan de l'écliptique pour l'observateur placé dans la première position. Six mois plus tard, la terre se retrouvera sur un point de l'ancienne base, mais à l'extrémité opposée de son orbite et par conséquent à 69 millions de lieues de sa première position vers le nord. Si on réforme le triangle, l'angle droit et la hauteur seront restés les mêmes, mais la base

modernes nous permettrait certainement de reconnaître cet angle s'il était seulement d'une seconde de degré, on peut en conclure que la parallaxe des étoiles n'atteint pas même cette dernière valeur. La trigonométrie nous apprend qu'une ligne vue exactement de face soutend un angle d'une seconde, quand on en est éloigné de 206 mille fois sa longueur. Le rayon de l'orbite terrestre, vu des étoiles, étant *de moins d'une seconde*, il en résulte que la distance rectiligne des étoiles même les plus rapprochées à la terre *surpasse* le produit de 206,000 par le rayon de l'orbite exprimé en lieues, qu'elle surpasse ainsi 7 millions de millions de lieues. Si l'on considère ensuite que ce résultat concerne toutes les étoiles même les plus rapprochées de la terre, et qu'il existe des étoiles deux fois, trois fois, etc., jusqu'à 900 fois plus éloignées que ces dernières, on obtient pour la distance des astres des nombres qui effraient l'imagination la plus hardie.

Le seul moyen de concevoir de pareilles distances est de les mesurer par le temps que la lumière emploie pour les parcourir. On sait que la lumière émanée du soleil nous arrive de cet astre en 8'13", qu'elle parcourt ainsi 34,500,000 lieues dans cet intervalle de temps, ce qui revient à 70,000 lieues environ par seconde. En calculant, d'après cette vitesse de la lumière, le temps que la lumière emploie pour nous arriver des étoiles, on trouve qu'il n'y a aucune étoile de première grandeur dont la lumière nous parvienne en moins de trois ans. D'après cela, les lumières des étoiles de différents ordres, aussi grandes en réalité que la Chèvre, que la Lyre, etc., seraient à de telles distances de la terre que la lumière ne saurait les parcourir :

Pour les étoiles de deuxième grandeur, en moins de 6 ans.
— quatrième. 12
— sixième. 36

Pour les dernières étoiles visibles avec le télescope de 20 pieds, en moins de 2,700 ans.

Herschel ne se contenta pas de connaître la limite de distance *en deçà* de

aura diminué de 69 millions de lieues et par conséquent la hauteur angulaire de l'étoile devra être plus considérable, l'étoile aura paru s'élever au-dessus du plan de l'écliptique. Connaissant la valeur des deux angles mesurés aux deux extrémités du diamètre de l'orbite terrestre et la longueur de ce diamètre, on pourrait en déduire facilement l'angle compris entre les deux rayons visuels extrêmes, et par conséquent aussi la moitié de cet angle, celui qui serait compris entre les rayons menés de l'étoile aux deux extrémités du rayon de l'orbite terrestre, ou la parallaxe annuelle de l'étoile.

laquelle les étoiles ne sont pas placées; il voulut porter la limite encore plus loin, ou plutôt, sortant du cercle des simples limites, il voulut *déterminer une distance même*.

Il supposa que, en observant de la terre deux étoiles très-diversement éloignées, le mouvement de notre globe devrait produire un déplacement plus considérable dans l'étoile la plus voisine, et que l'observation des positions relatives des étoiles continuée pendant toute l'année fournirait ainsi un moyen de déterminer la parallaxe annuelle (1). Il entreprit une série d'observations sur ce sujet; mais il ne put parvenir lui-même à trouver cette parallaxe. Cependant il reconnut ainsi le mouvement propre des étoiles. Il était réservé à M. Bessel de vérifier les conjectures de ses devanciers. Par des observations continuées d'août 1837 à mars 1840 sur la 61me du *Cygne*, qui est de 6me grandeur, comparée à deux autres étoiles voisines très-faibles, cet illustre astronome trouva en effet que la parallaxe de la première était d'un tiers de seconde ou plus exactement 0",31. La parallaxe 0"31 correspond à une distance de la terre, qui surpasse 600 mille fois l'intervalle de la terre au soleil, à une distance que la lumière ne franchit, avec sa vitesse de 70 mille lieues par seconde, qu'en 10 ans.

Si l'on connaissait exactement la distance d'une étoile et l'angle que soutend son disque observé de la terre, ou le diamètre apparent de l'étoile, on pourrait déterminer exactement la grandeur réelle de cet astre. Mais il est plusieurs causes dépendant de l'imperfection de l'organe de la vue et de celle de nos instruments qui ne permettent pas de déterminer le diamètre apparent des étoiles d'une manière exacte. La plupart des évaluations des astronomes à cet égard sont de beaucoup exagérées. Avant la découverte des lunettes, Kepler attribuait à Sirius 240 secondes de diamètre, Tycho plus de 120 et Albategnius 45 secondes. Après cette découverte, Gassendi donnait

(1) Reprenons encore les considérations que nous avons déjà faites plus haut et supposons que l'on observe deux étoiles voisines de diverses grandeurs, inégalement éloignées et qui ne nous apparaissent très rapprochées que parce qu'elles se trouvent fortuitement placées à peu près sur une même ligne visuelle, l'une près, l'autre loin. Si l'observateur, après avoir mesuré d'abord la position relative de ces étoiles à l'extrémité méridionale de l'orbite terrestre, se trouve ensuite transporté à l'autre extrémité et qu'il se rapproche ainsi de 69 millions de lieues des deux étoiles, il est facile de voir que ce mouvement aura plus influé sur la position de l'étoile voisine que sur celle de l'étoile éloignée ; celle-ci se sera moins élevée parallactiquement sur l'écliptique que l'étoile voisine ; les situations relatives auront donc changé. Un calcul très simple permettra ensuite de déduire, des observations qu'on a faites dans les positions extrêmes, la parallaxe annuelle de l'étoile la plus rapprochée.

encore à Sirius 10 secondes, Jean Cassini ne lui trouvait que 5 secondes. Cependant Jacques Cassini montra que le diamètre de chacune des étoiles de γ de la Vierge ne pouvait être plus grand qu'une demi-seconde. Le diamètre de la Lyre n'est suivant Herschel que de 36 centièmes de seconde, celui d'Arcturus de deux dixièmes, peut-être même d'un dixième de seconde. Même en admettant ce dernier nombre, qui est la limite inférieure des diamètres apparents, on trouve pour le diamètre réel 3,5 millions de lieues, ce qui est encore 11 fois environ le diamètre du soleil.

Parmi les découvertes les plus importantes de l'astronomie moderne, on doit ranger celles qui concernent ces taches ou nuages blanchâtres de forme irrégulière, de grandeur variable qu'on voit épars dans le ciel et qu'on désigne sous le nom de *nébuleuses*. Plusieurs de ces nébuleuses sont formées par la multitude infinie d'étoiles tellement petites qu'il faut de puissants télescopes pour les apercevoir. C'est là ce qui a lieu pour la *voie lactée*, qui offre l'apparence d'une large bande irrégulière et blanchâtre qu'on aperçoit pendant les nuits sereines et qui n'est autre chose qu'une nébuleuse immense qui fait le tour entier du ciel en y décrivant à peu près un grand cercle. Dans un espace de la voie lactée de 15° de longueur sur 2° de largeur, Herschel a compté jusqu'à 50 mille étoiles visibles.

Il y a encore des nébuleuses isolées qui sont formées d'étoiles agglomérées dans un espace globulaire dont le contour est en général nettement marqué et qui offre l'aspect d'une masse de lumière dont l'intensité augmente graduellement du bord vers le centre, ce qui indique que la forme réelle est celle d'une sphère. D'ailleurs, l'accroissement d'intensité vers les régions voisines du centre est trop considérable pour qu'on puisse l'attribuer simplement à ce que les rayons de lumière qui en proviennent ont traversé des profondeurs de la sphère plus considérables; il résulte donc de là que les étoiles sont plus condensées dans cette dernière région que partout ailleurs. D'autres fois ces amas d'étoiles ne présentent pas une forme aussi régulière; ils sont moins riches en étoiles, et la condensation vers le centre est moins prononcée.

Les nébuleuses dont nous venons de parler ne sont pas uniformément répandues dans toutes les régions du ciel. Herschel trouva qu'elles forment généralement des couches. Une de ces couches est fort large et dirigée presque perpendiculairement à la voie lactée : c'est la couche où se trouvent la grande Ourse, Cassiopée, la chevelure de Bérénice, la Vierge. Au milieu d'une des couches en question, Herschel n'aperçut pas moins de 31 nébuleuses par-

parfaitement distinctes dans le court intervalle de 36 minutes.

Herschel reconnut également que les espaces qui précèdent ou qui suivent les nébuleuses renferment généralement peu d'étoiles et que les régions du ciel les plus pauvres en étoiles sont voisines des nébuleuses les plus riches.

Ces dernières observations, rapprochées de celle qui nous a montré les étoiles très-condensées vers le centre des nébuleuses sphériques, ont porté Herschel à admettre que tous ces astres obéissent à une certaine puissance de condensation et que quelques-uns d'entre eux se sont formés aux dépens des étoiles dispersées qui primitivement occupaient les régions environnantes.

Il est très probable que plusieurs autres nébuleuses sont aussi formées par des amas d'étoiles et qu'on parviendrait à les résoudre en étoiles distinctes, du moment qu'on amplifierait le pouvoir des télescopes. Mais il existe un grand nombre de nébuleuses où il n'y a pas d'apparence que la nébulosité puisse se résoudre en étoiles. Ces nébuleuses proprement dites, s'offrent sous des aspects très-variés.

Il en est qui présentent une figure ovale ou ronde, dont la densité croit plus ou moins rapidement vers le point central. Pour les unes, la condensation est faible et graduée; pour d'autres, elle augmente si rapidement qu'il en résulte l'apparence d'une étoile pâle ou légèrement voilée, auquel cas on les rapporte aux *nébuleuses stellaires;* tandis que d'autres encore offrent le bel et frappant phénomène d'une étoile nette et brillante, entourée d'un disque parfaitement circulaire ou d'une atmosphère quelquefois faiblement lumineuse et décroissant insensiblement en tous sens, d'autres fois brusquement terminée.

Il existe aussi des nébuleuses *annulaires* qui offrent l'apparence d'un anneau solide, ovale ou aplati, et des nébuleuses *planétaires*. Ces dernières sont des disques ronds ou légèrement ovales, quelquefois nettement terminés, d'autres fois un peu brumeux vers les bords. La lumière qu'elles émettent est parfaitement uniforme ou très-peu nuancée et parfois elle approche pour l'éclat de celle des planètes véritables. Elles atteignent des dimensions énormes. En admettant qu'ils soient à la même distance de nous que les étoiles, leur diamètre réel serait au moins égal à celui de l'orbe d'Uranus. Herschel les regardait comme des agglomérations déjà très-condensées de la matière nébulaire diffuse dans l'espace; mais, comme l'éclat de ces nébuleuses n'est guère plus grand au centre que vers les bords, ce qui ne

saurait être si la lumière qu'elles émettent provenait de toute la profondeur de la nébuleuse, il supposait que leur lumière est purement superficielle, comme serait celle d'une écaille sphérique creuse. Arago les considère simplement comme des étoiles nébuleuses assez éloignées de la terre pour que l'étoile centrale ne prédomine plus par son éclat la lueur diffuse dont elle est entourée.

Les nébuleuses diffuses à formes arrondies ont généralement des dimensions comparativement peu considérables. Il existe aussi, comme pour les étoiles, des nébuleuses *doubles* formées de deux nébuleuses très-rapprochées. Quelquefois il existe, entre deux de ces nébuleuses très-distinctes, un filet de nébulosité qui va de l'une à l'autre. Les formes des très-grandes nébuleuses diffuses n'offrent aucune régularité.

La matière lumineuse diffuse qui constitue ces nébuleuses occupe dans le ciel des espaces très-étendus. En ajoutant les aires de toutes ces nébuleuses, Herschel a trouvé que l'étendue superficielle recouverte par leur ensemble est environ la 270me partie de la surface totale du firmament.

VI. L'examen attentif des phénomènes que présentent les nébuleuses, les analogies qu'on observe entre tous ces astres et même les différences qu'on y remarque, ont porté les astronomes à supposer que toutes les nébuleuses doivent leur origine à une même cause, et que les caractères particuliers qui les distinguent les unes des autres proviennent du degré plus ou moins avancé de leur formation. La comparaison des nébuleuses entre elles permettrait ainsi d'observer les divers passages que subissent les corps célestes depuis leur état originaire de matière nébuleuse primitive jusqu'à leur transformation en étoiles parfaites. C'est ainsi que le naturaliste, au lieu de considérer successivement, sur un même individu, les diverses modifications que subit un végétal, depuis son commencement jusqu'à son développement complet, arrive à un résultat analogue en examinant des individus différents de ce végétal, arrivés à des degrés de croissance et de développement intermédiaires entre ces deux extrêmes.

En supposant donc qu'à l'origine de toutes choses, les espaces célestes fussent remplis par une matière nébulaire primitive et soumise à la grande loi de l'attraction, des portions séparées de cette matière auront pu se condenser et attirer vers elles les parties voisines. Cette condensation aura pu se manifester dans les divers points du ciel à des époques diverses et avec une intensité variable d'un de ces points à un autre. Les portions de cette matière

qui se sont condensées en dernier lieu, ou bien, dont la condensation est la moins avancée, auront formé des nébuleuses peu étendues et séparées par des espaces peu considérables. On observe en effet plusieurs de ces nébuleuses ainsi réunies en très grand nombre dont la forme n'est pas encore bien déterminée, mais dont la lumière est déjà plus sensible. Dans d'autres, la condensation est plus avancée, les nébuleuses isolées deviennent plus petites, séparées par de plus grands intervalles et d'un éclat de plus en plus sensible vers le centre. Ici la matière lumineuse s'est déjà accumulée autour d'une région centrale; mais cette région elle-même est encore une nébuleuse s'étendant de toutes parts et dont les limites ne sont pas nettement terminées. Dans d'autres encore, la forme globulaire est déjà prononcée, et leur noyau plus condensé, plus petit et plus brillant, les rapproche des véritables étoiles; mais ce noyau est encore environné d'une atmosphère très dense qui n'a pu jusqu'à présent être absorbée par la masse centrale. Ailleurs, il y a deux et même plus de deux de ces noyaux qui se font équilibre, qui se partagent la nébuleuse environnante et qui peut-être se réuniront un jour pour ne former qu'une seule masse. Pour quelques-unes d'entre elles, cette réunion semble avoir déjà commencé par le moyen d'une bande nébuleuse qui va de l'un des noyaux à l'autre, ou bien, l'une des masses étant devenue prépondérante, elle continue d'attirer vers elle la matière nébuleuse voisine dont quelques parties condensées présentent la forme d'une queue, d'un éventail ou d'un fuseau.

Nous devons rappeler maintenant les observations d'Herschel par rapport à la voie lactée, qui n'est elle-même qu'une nébuleuse immense formée par l'accumulation d'un nombre infini d'étoiles, et les conclusions qu'il en a déduites par rapport à la constitution générale de l'univers.

Herschel ne se proposait pas seulement de déterminer le nombre relatif des étoiles réparties dans les diverses portions de la voie lactée elle-même; il voulut encore déterminer le nombre de ces astres répandus dans les diverses régions du ciel en dehors de la voie lactée, il voulut suivant son expression *jauger les cieux* en entier. Il reconnut d'abord que les étoiles, au lieu d'être réparties uniformément sur toute la voûte céleste, présentent au contraire une distribution telle que le nombre de ces astres visibles à l'œil nu, qu'on trouve réunis dans un même espace, augmente très considérablement à mesure qu'on s'approche des bords de la voie lactée, et que, si l'on tient aussi compte des étoiles télescopiques, l'accumulation des étoiles le long

de cette zone et dans la zone elle-même est vraiment prodigieuse. Herschel conclut de là que les étoiles, au lieu d'être indifféremment réparties dans l'espace suivant toutes les directions, forment une couche dont l'épaisseur est petite en comparaison de la longueur et de la largeur, couche dans l'intérieur de laquelle la terre se trouve située vers le milieu de l'épaisseur. On voit en effet que, dans cette supposition, le rayon visuel dirigé dans le sens des grandes dimensions de la couche devra y rencontrer partout une multitude d'étoiles; tandis que, dans le sens de l'épaisseur, le nombre des étoiles visibles sera comparativement peu considérable. D'ailleurs, comme la voie lactée, au lieu d'offrir dans toute son étendue le même éclat, présente au contraire des parties comparativement plus brillantes où les étoiles paraissent plus rapprochées et en plus grand nombre, cette circonstance indique déjà que les dimensions de la nébuleuse ne sont pas les mêmes dans toute son étendue.

Si l'on admet maintenant que les étoiles de la voie lactée soient, *dans leur ensemble*, uniformément réparties dans cette nébuleuse, et qu'on en observe les diverses parties avec un instrument dont la puissance permette d'atteindre en tout sens les dernières limites de la couche stellaire, le nombre des étoiles visibles dans le champ du télescope sera en rapport avec la profondeur de la couche, avec la longueur de la ligne comprise entre l'œil de l'observateur et la limite terminale de cette couche, et l'on pourra, d'après les observations sur la richesse des étoiles dans les diverses directions de la voie lactée, déterminer les dimensions de la nébuleuse elle-même.

Herschel a reconnu ainsi que la forme réelle de la couche immense formée par la voie lactée et par toutes les étoiles ensemble, est celle d'un disque allongé ou elliptique, composé d'étoiles ou de systèmes solaires, dont la longueur ou le plus grand diamètre est huit cent fois aussi grand que la distance d'Arcturus à la terre, la largeur 400 fois et l'épaisseur environ 150 fois la même distance. La circonférence de ce disque immense n'est pas régulièrement terminée; elle présente une multitude de découpures et de branches, surtout dans la région comprise entre l'Aigle et le Cygne. Notre soleil n'est lui-même qu'une des étoiles innombrables de la voie lactée et la terre n'est qu'un point imperceptible dans le système général de l'univers.

Dans l'hypothèse que nous avons rapportée, les diverses nébuleuses, en se condensant progressivement, doivent présenter dans la suite des temps des variations d'éclat et de configuration considérables. Mais la marche

de ces transformations devrait être très-rapide pour qu'on eût pu les constater pendant le peu d'années qui se sont écoulées depuis qu'on s'attache à l'étude de ces corps célestes. Herschel avait, il est vrai, trouvé que la nébuleuse d'Orion avait sensiblement changé de forme et d'étendue de 1780 à 1811. Ayant fait lui-même, et avec le même télescope, les observations à ces deux époques, il avait eu la hardiesse de dire : j'ai *prouvé* des changements. Cependant la *preuve* n'a pas paru tellement incontestable que le fils de sir William Herschel n'ait cru pouvoir la révoquer en doute.

Le mouvement de condensation des étoiles plus petites tendant à se grouper autour de plusieurs centres, qui paraît être un phénomène général pour les nébuleuses en dehors de la voie lactée, semble aussi se manifester dans la voie lactée elle-même. Les étoiles innombrables qui produisent en majeure partie tout son éclat n'y sont pas distribuées d'une manière uniforme. Herschel a reconnu dans la voie lactée 157 groupes distincts, circonscrits, qui ont pris place dans le catalogue des nébuleuses, et 18 autres groupes analogues, situés sur les limites, sur les bords de cette zone.

On peut remarquer, même à l'œil nu, dans la voie lactée, certaines portions parfaitement caractérisées par l'éclat spécial de leur lumière et dans lesquelles par conséquent la condensation est plus avancée. C'est surtout dans la région comprise entre β et γ du Cygne que ce mouvement de concentration se manifeste d'une manière plus sensible et sur une plus grande échelle. En jaugeant cet espace, suivant la méthode déjà décrite, sur une largeur d'environ 5 degrés, Herschel a reconnu qu'on pourrait y compter 331 mille étoiles. Cet immense groupe offre déjà une sorte de division ; 165 mille étoiles paraissent marcher d'un côté et 165 mille de l'autre.

« Tout justifie donc, dit M. Arago, l'opinion de l'illustre astronome. Dans la suite des siècles, le pouvoir de concentration (*the clustering power*) amènera inévitablement le fractionnement, la rupture, la dislocation de la voie lactée. »

VII. Cependant, si déjà, comme nous l'avons fait remarquer, quelques-unes des hypothèses fondamentales dans la théorie de la formation de notre planète sont loin d'être suffisamment démontrées, si la théorie de Laplace par rapport à la formation de notre système planétaire présente aussi de très grandes difficultés, nous devons faire remarquer également que les conclusions qu'on a déduites de l'observation des étoiles et des nébuleuses ne sont pas elles-mêmes établies d'une manière décisive et péremptoire.

Herschel admet que les étoiles de diverses grandeurs apparentes ont toutes en réalité la même grandeur, et que les différences d'éclat qu'elles présentent dépendent seulement de la distance plus ou moins grande à laquelle elles se trouvent de notre globe. Mais on peut supposer aussi que ces différences proviennent de ce que des étoiles d'ailleurs également lumineuses ont en effet des dimensions différentes, ou bien, de ce que les étoiles de mêmes dimensions réelles ont des degrés différents d'éclat intrinsèque, ou bien enfin, de ce que tant les dimensions que l'éclat intrinsèque varient des étoiles d'une classe à celles d'une autre.

Herschel suppose aussi que la grande cause qui a présidé et qui préside encore à la formation des différents systèmes de corps célestes, c'est la condensation produite par l'attraction réciproque des diverses parties de la matière nébulaire dans les nébuleuses non résolubles, ou bien par celle des étoiles déjà formées qui composent les nébuleuses résolues. Cette hypothèse est fondée sur la comparaison entre elles des nébuleuses, dont la lumière présente en effet des degrés de condensation qui varient d'une de ces nébuleuses à une autre, et sur la force générale de la nature qui sollicite les diverses parties des corps fluides à se réunir entre elles en prenant la forme globulaire. Mais ces observations ne semblent pas suffisantes pour établir l'hypothèse qu'on a en vue. Il peut paraître tout aussi naturel de supposer que les diverses nébuleuses ont été créées chacune séparément dans l'état où nous les observons aujourd'hui. Au lieu d'assimiler ces astres à des végétaux de même espèce mais de différents âges, on pourrait les considérer également comme des plantes parfaites d'espèce différente. Les analogies et les différences qu'on observe entre les diverses formes des êtres du règne végétal représenteraient tout aussi bien les observations qu'on a faites sur les nébuleuses.

En considérant même celles des nébuleuses pour lesquelles la condensation est la plus apparente, les nébuleuses globulaires d'étoiles, il est déjà très-difficile d'imaginer les fonctions que remplissent dans la nature ces milliers de soleils que nous voyons accumulés dans une même nébuleuse et même les conditions dynamiques de repos et de mouvement qui sont propres à assurer la conservation indéfinie de ces systèmes. L'explication de la nature des nébuleuses globulaires non résolubles présente aussi de très-grandes difficultés.

Si l'on admet, avec Herschel, une matière nébulaire phosphorescente ré-

pandue dans l'espace et soumise aux lois de l'attraction, il faut supposer en outre qu'il existait des portions déterminées de cette matière, qui ont agi sur la matière environnante plus que toutes les autres, et constitué ainsi des centres d'attraction particuliers. Souvent une même nébuleuse présente plusieurs points plus brillants qu'on considère comme autant de ces centres. Mais, comment et pourquoi les divers centres d'attraction ont-ils été disposés précisément à la place qu'ils occupaient à l'origine? Comment se fait-il que les divers corps célestes, formés aux dépens de la même matière nébulaire primitive, soient arrivés à des états de condensation si différents d'un de ces corps à un autre? C'est ce que la science ne saurait guère expliquer, sans admettre que dès l'origine la constitution de la matière nébulaire et sa distribution dans les régions de l'espace ont été combinées de telle manière que les lois générales de la nature dûssent amener par la suite l'ordre et l'harmonie que nous observons aujourd'hui.

Nous avons déjà signalé (p. 115) quelques-unes des difficultés qui se présentent dans la théorie de la formation de notre système planétaire en particulier. Ainsi la simplicité de la théorie semble exiger que les divers matériaux de la nébuleuse solaire primitive aient été distribués à des distances différentes du centre, en raison inverse de l'ordre de leur densité, et, par conséquent, que la densité des zones de vapeurs détachées successivement soit allée en augmentant, depuis celles qui se sont formées en premier lieu, jusqu'à celles qui se sont séparées les dernières de toutes. Il faudrait d'après cela que la densité des planètes formées de la matière de ces zones de vapeur fût d'autant plus grande que leur distance au soleil est moindre. Cependant nous avons vu que les densités observées sont loin de s'accorder avec cette présomption.

On suppose dans cette théorie que la nébuleuse solaire avait à l'origine un mouvement de rotation. Laplace admet que l'attraction de corps célestes placés en dehors de la nébuleuse suffit pour expliquer cette rotation. Mais ses conjectures ne sont pas approuvées par d'autres géomètres. Il suppose en outre que, pendant que la nébuleuse solaire se condensait par le refroidissement, la force tangentielle a détaché successivement des portions annulaires de l'atmosphère solaire, qui se sont condensées ensuite progressivement en masse sphéroïdiques pour constituer les planètes. Cependant l'attraction exercée par chacune de ces masses planétaires condensées autour d'un seul point ne pouvait plus alors être la même que lorsque cette masse

faisait partie de l'atmosphère solaire et qu'elle était distribuée sur toute la circonférence. Il faut donc que le mouvement des masses planétaires séparées antérieurement ait varié aussi par la suite, et que ces variations se soient répétées à chaque fois qu'il y a eu une séparation nouvelle. Le résultat de ces changements aurait donc été de troubler à plusieurs reprises l'ordre établi une première fois, et peut-être même de détruire tout ordre, si les diverses phases des transformations de la matière solaire n'avaient été réglées et subordonnées d'avance de manière à produire un ordre déterminé, l'ordre actuel.

Nous rappellerons encore une dernière difficulté, celle qui concerne un des éléments les plus importants du système solaire, savoir, les distances des planètes au soleil. On a trouvé que les distances qui séparent les planètes les unes des autres sont très considérables eu égard à leurs dimensions, et que les rapports des nombres qui expriment la distance de chacune des planètes au soleil sont tels qu'il est impossible d'exprimer exactement ces rapports par aucun nombre déterminé entier ou fractionnaire; ce sont des quantités *irrationnelles*. Quelqu'indifférente que puisse paraître au premier abord cette circonstance, elle nous offre cependant une des grandes merveilles de la création, puisqu'elle renferme à la fois le fondement et la garantie de la stabilité du système solaire.

En effet, la théorie de la gravitation nous montre que l'attraction réciproque des planètes tend constamment à troubler les mouvements et les positions de ces astres. Ces perturbations pourraient à la longue compromettre la stabilité du système planétaire, si la masse de chacune des planètes n'était pas, comme elle l'est en effet, une très petite fraction de celle du soleil, et si les rapports entre les distances des planètes au soleil, ou bien entre les périodes de leur révolution qui dépendent de ces distances, n'étaient pas irrationnels.

Ainsi les deux planètes Jupiter et Saturne achèvent leur révolution, la première en 4332 1/2 jours, la seconde en 10759 jours environs. Ces deux périodes sont à peu près dans le rapport des nombres 2 et 5, et leur rapport serait rationnel et précisément égal à celui de ces derniers nombres si Jupiter venait à se rapprocher du soleil d'un vingt-unième de sa distance actuelle, ou bien si le temps de sa révolution était diminué de quatre semaines. Alors l'action réciproque de ces planètes serait d'amener des perturbations séculaires croissant uniformément et dans le même sens; leurs périodes de

révolution et leurs distances au soleil augmenteraient progressivement pour l'une tandis qu'elles diminueraient pour l'autre; et les perturbations ainsi produites entre ces planètes, les plus grandes de notre système, réagiraient également sur toutes les autres. La circonstance que nous avons indiquée, et qui consiste en ce que le rapport des périodes de révolution se rapproche beaucoup du rapport rationnel des nombres 2 et 5, produit déjà pour ces planètes une perturbation plus grande que celle qu'on remarque pour toutes les autres.

En comparant ses propres observations avec celles d'Hipparque (140 ans avant J.-C.), Halley trouva que le temps de la révolution de Saturne était plus grand et que la période correspondante pour Jupiter était plus petite du temps d'Hipparque qu'il ne les avait observées lui-même. Vers la fin du dernier siècle, Lambert arriva à un résultat tout-à-fait opposé; il trouva que, depuis les observations de Tycho Brahé, les temps des révolutions avaient changé, mais précisément en sens inverse. Les observations ont constaté que, depuis plus de 300 ans, le mouvement moyen de Jupiter s'est constamment ralenti et que celui de Saturne s'est accéléré; de sorte que l'on a pu croire, d'après ces dernières observations, que Jupiter s'éloigne en effet du soleil tandis que Saturne se rapproche de cet astre. Cependant Laplace a démontré que ces variations ne sont que le résultat de l'attraction réciproque des deux planètes et qu'elles s'achèvent dans une période de 930 ans environ (1). Après que Saturne a accéléré son mouvement et que Ju-

(1) L'analyse mathématique n'est pas parvenue à représenter, *en termes finis*, la valeur des dérangements que chaque planète éprouve dans sa marche par l'action de toutes les autres. Cette valeur se présente dans l'état actuel de la science, sous la forme d'une série indéfinie de termes, qui diminuent rapidement de grandeur à mesure qu'ils s'éloignent des premiers. Dans le calcul on néglige ceux de ces termes qui, *par leur rang*, correspondent à des quantités au-dessous des erreurs d'observation; mais il est des cas où le *rang*, dans la série, ne décide pas seul si un terme sera petit ou grand : certains rapports numériques entre les éléments primitifs des planètes troublantes et troublées peuvent donner, à des termes *ordinairement négligeables*, des valeurs sensibles. Ce cas se rencontre dans les perturbations de Saturne provenant de Jupiter, et dans les perturbations de Jupiter provenant de Saturne. Il existe entre les moyennes vitesses de ces deux grosses planètes, des rapports commensurables simples; *cinq fois* la vitesse de Saturne égale, à très peu près, *deux fois* la vitesse de Jupiter; des termes qui, sans cette circonstance, eussent été fort petits, acquièrent des valeurs considérables. De là résulte, dans les mouvements des deux astres, des inégalités à longue période, des perturbations dont le développement complet exige plus de 900 ans, et qui représentent à merveille toutes les bizarreries dévoilées par les observateurs.

Arago.

piter a retardé le sien pendant 465 ans, ces variations se reproduisent encore mais d'une manière inverse pendant un même espace de temps; de sorte qu'au bout de la période complète de 930 ans, les mouvements moyens de ces planètes sont de nouveau précisément ceux que la nature leur avait assignés à l'origine. Mais, si Jupiter décrivait son orbite en quatre semaines de moins, les variations amenées dans chacune des périodes de 930 ans ne se compenseraient plus exactement, et l'une des planètes, après avoir troublé toutes celles dont elle aurait successivement traversé les orbites, finirait par se précipiter dans le soleil.

VIII. La conclusion générale que nous pouvons déduire de ces considérations, est que la science elle-même, pour expliquer l'origine et la formation des corps de l'univers, et même la conservation et le maintien de l'ordre établi dans la nature, est amenée à reconnaître un premier principe intelligent et puissant, l'Etre souverain, proclamé par la voix du genre humain entier, qui a conçu dans sa sagesse la grande œuvre de l'univers, et qui l'a réalisée par sa puissance.

En effet, quelle que soit d'ailleurs la nature des êtres matériels et celle des lois qui les régissent, on ne peut pas démontrer que l'existence du monde et celle des lois de la nature soient nécessaires d'une nécessité absolue et formelle. Que sont les êtres matériels qui composent l'univers? que sont les lois de la nature elles-mêmes? L'univers est un grand tout composé de parties subordonnées les unes aux autres d'après un plan général; tous les êtres se tiennent comme des chaînons d'une chaîne immense. Nous connaissons les êtres qui nous environnent, et les modifications qu'ils subissent ou qu'ils produisent, par le témoignage des sens; nous connaissons ainsi des faits, des phénomènes particuliers. L'application de nos facultés intellectuelles nous fait voir ensuite que plusieurs de ces phénomènes particuliers s'accomplissent d'une manière régulière et constamment la même. Nous démêlons dans les faits observés ce qu'ils ont de commun et de particulier; nous rattachons ce qu'ils ont de commun à un même fait plus général; nous jugeons que les faits communs ont aussi une même cause commune ou générale. Les causes générales dont nous parvenons ainsi à connaître l'existence, nous les regardons à juste titre comme des faits constants de la nature, des agents naturels, des moyens établis pour régler l'ordre et l'harmonie entre les différents êtres, des forces, des qualités ou des propriétés qui résident dans les êtres eux-mêmes. Nous voyons que les phénomènes particuliers qui

dépendent des causes générales ne sont pas abandonnés au hasard, qu'ils sont subordonnés à certaines conditions déterminées que nous pouvons assigner nous-mêmes au moins en partie. Les causes générales et les conditions qui en règlent la manifestation constituent ce que nous appelons les *lois* de la nature. Ces lois sont donc aussi des faits, des phénomènes; mais des faits généraux, des phénomènes constants et universels. Ces lois sont nécessaires dans l'ordre actuel, qui ne saurait subsister sans elles; mais on ne peut pas démontrer que l'existence de cet ordre est elle-même nécessaire; on ne peut pas démontrer que, si les rapports qui existent maintenant entre les êtres étaient modifiés, si les lois de la nature étaient autres qu'elles ne le sont en effet, il ne pourrait pas en résulter également un ordre de chose réglé et harmonique, tout comme il en existe un actuellement.

Ainsi, par exemple, nous voyons sur la terre deux corps très rapprochés se porter l'un vers l'autre. La physique et la chimie nous montrent qu'il existe aussi, entre les dernières molécules, les atômes des corps, des phénomènes d'attraction très prononcés. L'astronomie ne se borne pas à assujétir les mouvements des corps célestes à des lois fixes et constantes, à nous dévoiler les rouages du mécanisme des corps célestes, elle recherche encore le lien qui les rattache les uns aux autres, le ressort qui les met tous en mouvement. Elle constate que ce lien, que ce ressort existe; elle le trouve dans la gravitation ou l'attraction que les corps célestes exercent les uns sur les autres; elle en démontre les influences les plus cachées, les soumet à ses calculs et en détermine la mesure précise. Mais ce ressort, si important dans la machine de l'univers du monde, agit-il par une force primitive qui lui appartienne en propre, ou bien dépend-il d'un mécanisme particulier qui est mis en mouvement par un autre ressort destiné à maintenir et régler le premier. L'attraction est-elle une force primitive de la nature, ou bien est-elle produite par une ou plusieurs autres forces dont elle ne serait elle-même que le produit ou le résultat (1)? Quelle que soit la solution que l'on

(1) «Je me sers, ainsi parle Newton lui-même, du terme d'*attraction* pour exprimer d'une manière générale l'effort que font les corps pour s'approcher les uns des autres, soit que cet effort soit l'effet de l'action des corps qui se cherchent mutuellement, ou qu'il soit produit par des émanations de l'un à l'autre, ou par l'action de l'éther, de l'air ou de tel autre milieu corporel ou incorporel au milieu duquel les corps seraient plongés et qui les pousserait les uns vers les autres. C'est dans le même sens général que j'emploie le terme d'*impulsion*; je n'examine point dans ce traité la nature des forces ni leurs qualités physiques, mais leurs quantités et leurs proportions mathématiques...

donne à ces questions, l'attraction existe, ou plutôt le fait existe que les corps se comportent, agissent, comme si réellement il y avait une force qui les sollicite constamment à se rapprocher, quoique nous ignorions la nature, la cause de cette force elle-même. Cette force est constante; elle est générale et universelle; de plus elle est nécessaire dans l'ordre actuel de la nature. C'est l'attraction moléculaire combinée avec une force contraire, la force répulsive, qui constitue pour nous les divers états sous lesquels un corps se présente; c'est l'attraction à distance qui maintient les corps célestes dans leur orbite et qui règle leurs mouvements. Supprimez les forces moléculaires, et toutes les molécules atomiques, immobiles dans l'espace, pourront obéir aux impulsions reçues du dehors, elles pourront être juxta-posées par l'action d'une cause étrangère, mais jamais réunies et solidifiées pour former un seul corps. Supprimez la gravitation, et la terre elle-même, tous les corps placés à sa surface et l'atmosphère qui l'environne ne formeront plus qu'une masse confuse et incohérente, et les corps célestes, s'échappant par la tangente de leurs orbites, continueront à se mouvoir indéfiniment dans la même direction et se disperseront dans les profondeurs de l'espace.

L'attraction est donc une propriété des corps, une loi de la nature nécessaire dans un certain sens, nécessaire dans l'ordre actuel pour maintenir et conserver cet ordre. Mais est-elle aussi une propriété nécessairement inhérente à la matière, en est-elle inséparable au point que la matière, sans l'attraction et son antagoniste la répulsion, devienne impossible? Ne concevons-nous pas fort bien des atomes nageant dans un espace indéfini et n'ayant en eux-mêmes rien qui les sépare, rien qui les rapproche? Nous sommes si naturellement portés à le concevoir ainsi que ce n'est que sous cette forme que les atomes se présentent comme d'eux-mêmes à notre pensée; tandis que c'est l'expérience seule qui nous a fait découvrir les phénomènes des forces moléculaires.

Ainsi, quoique l'attraction, et il en est de même des autres lois de la nature, existe actuellement, et que les êtres matériels, tels que nous les con-

Je vais, dit-il encore, expliquer les effets de ces forces que je nomme *attractions*, quoique peut-être, pour parler physiquement, il fût plus exact de les nommer *impulsions* (*). »

(*) Newton, *Philosophiæ naturalis principia mathematica*, lib. 1, s. xi initio et fine.

naissons, ne puissent pas exister sans les lois, il est cependant impossible de démontrer que l'existence des êtres dans leur état actuel et celle des lois qui les régissent soit nécessaire. Nous sommes donc fondés à reconnaître qu'un Etre supérieur à la matière a dû vouloir librement que la matière soit et qu'elle soit telle que nous la connaissons.

L'examen des lois de la gravitation en particulier confirme encore cette conclusion. On sait que cette force est proportionnelle à la masse du corps attirant et en raison inverse du carré des distances. Mais nous concevons fort bien que ce rapport puisse être tout-à-fait différent ; l'attraction pourrait être simplement en raison inverse de la distance ou bien en raison inverse du cube de la distance ou enfin dans tout autre rapport. Il est vrai que dans ces suppositions les mouvements des corps célestes ne seraient plus les mêmes que ceux que nous observons. Cependant, rien ne démontre que, si ces mouvements étaient en effet différents et réglés par d'autres lois, il ne pourrait pas y avoir dans la nature des rapports d'ordre et d'harmonie tout comme il en existe dans l'état actuel. Nous sommes donc encore amenés à conclure que l'ordre actuel et les lois mêmes qui régissent et maintiennent cet ordre ont été établies par la volonté libre du grand Auteur de toutes choses.

D'ailleurs, si le système du monde nous présente un grand nombre de circonstances, de combinaisons, qui dépendent des lois générales de la nature, qui ne sauraient être autrement à moins que les lois elles-mêmes ne fûssent différentes, nous y remarquons aussi d'autres circonstances qui paraissent tout-à-fait indépendantes de ces lois, et qui pourraient être tout autres que nous ne les observons, sans que les lois générales en subissent la moindre altération ou que l'ordre général en souffrît la moindre atteinte. Il faut donc que les combinaisons particulières et déterminées qui existent dans l'ordre actuel aient été choisies librement et de préférence parmi plusieurs autres également possibles, et par conséquent qu'il y ait une intelligence qui a voulu et préparé cet ordre.

Qu'il nous soit permis d'envisager un instant, à notre manière étroite et bornée, le grand œuvre du Tout-Puissant Créateur. Supposons le plan de l'univers complet et achevé jusque dans ses derniers détails, supposons tous les rapports des masses et des distances déterminés de manière à assurer à jamais l'harmonie et la stabilité de ce vaste ensemble, et nous verrons qu'il restait encore à déterminer arbitrairement plusieurs conditions sans les-

quelles l'exécution de ce plan était impossible. Telles sont principalement les dimensions du système entier, et par conséquent celles de chacune des parties; telle est encore la direction du mouvement. Dans le plan d'un édifice, d'une cabane ou d'un système solaire, on ne considère que les proportions, les dimensions relatives des diverses parties; mais pour exécuter ce plan, il faut nécessairement déterminer aussi les dimensions absolues du tout et de ses parties d'après une mesure de grandeur, une échelle, choisie arbitrairement. Dans nos constructions, le choix de cette échelle est déterminé d'avance par l'emplacement, par nos moyens d'exécution et par une foule de circonstances indépendantes de notre volonté ; mais pour le grand architecte de l'univers, l'espace était sans bornes, sa puissance était illimitée; et cependant il devait aussi choisir une première grandeur, une échelle quelconque. Il n'y avait rien qui déterminât ce choix; il était tout-à-fait arbitraire, puisque les notions de grandeur et de petitesse n'ont rien d'absolu, qu'elles ne sont que relatives, et que, pour l'univers qui renferme toutes choses, il n'y a pas de relations extérieures possibles. Le Créateur aurait pu donner à son ouvrage des dimensions assez petites pour que tous les systèmes solaires ensemble pussent être renfermés dans une écaille de noix; ou bien il aurait pu prendre ces dimensions tellement grandes que le globe terrestre seul occupât l'espace de la voie lactée actuelle; il aurait pu donner ou retrancher plus ou moins de masse aux corps célestes, augmenter ou diminuer leur pesanteur, et dans aucun de ces cas le système entier ne nous aurait apparu différent de ce qu'il paraît maintenant, pourvu que les proportions eûssent été toujours les mêmes. Ces dimensions si diverses auraient pu exister tout aussi bien que celles qui existent maintenant, et même la condition des dimensions est tellement indifférente, elle est si peu inhérente à l'essence même du système, que dans l'état actuel il nous est impossible de déterminer d'après quelle échelle ces dimensions ont été établies.

La direction du mouvement des corps célestes donne lieu à des conclusions analogues. Si l'un de ces corps avait reçu un mouvement dirigé en sens inverse de celui qu'il a maintenant, le système entier aurait sans doute présenté des phénomènes différents; mais tout resterait dans le même ordre, si tous les mouvements venaient à changer à la fois et de la même manière. Ainsi nous savons que toutes les planètes circulent autour du soleil dans une même direction; mais elles auraient pu se mouvoir également dans une direction opposée ou même dans une autre direction quelconque, pourvu

que tous les autres mouvements eûssent subi en même temps les mêmes changements. Cette observation s'applique aux mouvements du système entier. On peut, sans rien changer au mécanisme d'une montre ou même de toute autre machine, produire un mouvement dirigé dans un sens déterminé ou bien en sens inverse, suivant que le poids moteur est lui-même attaché ou bien que le ressort est bandé dans l'une ou l'autre de ces directions. Ainsi, dans le mécanisme de l'univers le sens du mouvement ne pouvait être déterminé que par la volonté de celui qui lui donna la première impulsion.

Les raisonnements que nous venons de faire supposent que les lois de la nature pourraient être différentes de ce qu'elles sont maintenant; et en effet rien ne prouve que ces lois différentes que nous concevons par la pensée ne soient pas en effet et réellement possibles. Cependant, supposons même qu'il en soit autrement, supposons que les lois actuelles soient nécessaires en ce sens que la matière ne saurait pas exister sans ces lois, supposons encore que les combinaisons qui nous paraissent arbitraires et indépendantes des lois générales soient elles-mêmes déterminées par ces lois, il faudra toujours admettre que *l'existence* réelle de ces lois est subordonnée à celle de la matière elle-même. Il suit de-là que, pour pouvoir affirmer que les lois *existent* nécessairement, il faudrait pouvoir démontrer que l'existence de la matière est nécessaire. Or il est de toute évidence qu'il est impossible de démontrer que la matière *existe* d'une manière absolument nécessaire. Ce qui nous ramène encore, en dernier résultat, à la conclusion que nous avons déjà indiquée, savoir : que l'existence tant de la matière que des lois qui la régissent doit être rapportée à l'action libre du Créateur.

IX. Mais, il est un autre genre de considérations qui nous permet de prouver ultérieurement, et d'une manière décisive et péremptoire, que l'ordre actuel a été produit par un Etre intelligent, et que la science elle-même nous oblige à reconnaître qu'un tel Etre a dû régler et disposer toutes choses dès l'origine et présider aux diverses transformations de la matière nébulaire, que la théorie suppose pour expliquer l'origine et la formation des corps célestes.

En effet l'astronomie ne nous montre pas seulement que les phénomènes des corps célestes sont réglés par des lois fixes et constantes, elle nous montre encore que le système de tous ces corps est combiné d'après un plan général d'ordre et d'harmonie, que les rapports mutuels de tous ces corps sont précisément dans les conditions requises pour maintenir et conserver cet ordre. Ainsi, par exemple, nous avons vu que les distances au soleil des

diverses planètes sont précisément celles qui sont nécessaires pour que le système de ces corps puisse se conserver indéfiniment dans le même ordre, quoique cependant les lois de la gravitation ne déterminent pas ces distances elles-mêmes (1).

La théorie cosmogonique ne tend pas seulement à nous montrer que les divers changements que les corps célestes ont éprouvés avant d'arriver à leur état actuel ont été également réglés par des lois fixes et constantes; elle nous montre encore dans ces changements un plan général d'ordre et d'harmonie et des combinaisons particulières pour amener en définitive un résultat déterminé.

Or, cette existence d'un plan général dans l'œuvre du monde, ces combinaisons particulières destinées à produire un résultat final d'ordre et d'harmonie, démontrent d'une manière invincible une intelligence qui a conçu ce plan et adopté ces combinaisons. Supposez que la matière existe avec toutes les lois, que ces lois elles-mêmes soient nécessaires, il faudra encore, pour expliquer l'ordre et l'harmonie de l'univers, admettre une intelligence qui ait voulu et réalisé cet ordre.

(1) « Ceux qui sont familiarisés avec les calculs de la mécanique céleste et surtout avec celui des perturbations réciproques des planètes n'ignorent pas que la considération mathématique des lois de la nature ne conduit qu'à des équations différentielles qui doivent être intégrées ensuite par le secours de l'analyse, pour qu'elles puissent représenter les mouvements de ces corps. Cependant, lors même que l'imperfection de l'analyse ou les bornes de notre intelligence ne nous empêcheraient pas d'intégrer complétement ces équations, il faudrait encore, pour y parvenir, ajouter à chaque intégrale certaines valeurs particulières. Ces valeurs sont arbitraires, elles sont tout-à-fait indépendantes des lois de la nature et des équations elles-mêmes; la théorie ne peut rien décider à leur égard et elles ne peuvent être déterminées que par l'expérience ou par les observations.

« C'est là ce qui a lieu pour tous les objets de la nature, c'est ce qui a lieu dans le plan général du monde. Les équations différentielles, les seules que le calcul nous donne, sont fondées sur les lois de la nature qui peuvent, il est vrai, être nécessaires; les lois de l'analyse, d'après lesquelles ces équations doivent être intégrées, le sont également; mais les unes et les autres ne fournissent encore qu'un pur idéal qui ne peut être réalisé que lorsque toutes les valeurs arbitraires qu'on introduit dans l'intégration sont déterminées. Ces valeurs arbitraires sont les distances des planètes au soleil ou les dimensions de leurs orbites, la position relative de ces orbites, les masses des planètes, etc. Et qui pouvait déterminer ces dernières valeurs, sinon le Maître et le Fondateur du système de l'univers entier (*)? »

(*) Friedrich Theodor Schubert, *Vermischte schriften*, B. 3, s. 119.

Ce serait, en effet, renverser tous les principes de la raison que de vouloir que des lois nécessaires agissent autrement que d'une manière nécessaire, fatale et aveugle, de vouloir que chacune de ces lois ait la conscience d'elle-même et des autres lois ; qu'elles agissent avec intelligence, d'après un plan, dans un but déterminé. Cependant ce plan général existe dans l'ensemble de toutes ces lois et des effets qu'elles produisent, cette intelligence se manifeste par la manière dont elles concourent chacune d'elles et toutes à la fois à un même résultat général. Il faut donc nécessairement qu'il y ait une intelligence supérieure à ces lois, qui en ait réglé l'exercice, et qui les mette toutes en harmonie pour produire l'ordre que présente le spectacle de l'univers.

L'examen détaillé de la théorie cosmogonique confirme pleinement cette conclusion. On peut, à la vérité, admettre que les rapports mutuels qui existent actuellement entre les corps célestes, et qui sont une des conditions nécessaires pour la stabilité de l'ordre actuel, ont été déterminés par les transformations que ces corps ont éprouvées successivement depuis leur première origine, et par conséquent que ces rapports ne sont que le résultat des lois de la nature. Cependant nous avons vu que, si la théorie nous indique que les transformations se sont en général accomplies conformément à ces lois, il se présente néanmoins dans les changements que la théorie suppose une foule de circonstances particulières qui échappent à cette explication générale. On pourrait à la vérité, au moyen d'hypothèses particulières sur la nature et la distribution primitive de la matière nébulaire, et en faisant intervenir des forces physiques et chimiques convenables, *imaginer* un état de choses tellement combiné que les lois connues aient dû par la suite amener l'ordre actuel. Mais, quel que soit le résultat des investigations de la science à cet égard, de quelque manière que se soient en effet opérés les phénomènes qui ont produit cet ordre, quelles que soient les lois de la nature qui ont concouru à ce résultat, quelle qu'ait été la constitution et la distribution de la matière nébulaire, toujours est-on forcé de reconnaître que l'arrangement actuel du système des corps célestes a été produit, non pas par des forces agissant nécessairement et d'une manière aveugle, mais par un concours de ces forces harmonique et réglé avec intelligence et avec ordre, et qu'il a fallu pour cela un arrangement primitif de la matière et des combinaisons particulières destinées à produire un résultat final particulier et déterminé. Ainsi, même en admettant que les lois de la nature soient néces-

saires, la théorie cosmogonique ne démontre pas seulement qu'il existe un Etre intelligent qui a réglé toutes choses dès l'origine et présidé à la formation des corps célestes, à la production de l'ordre et de l'harmonie dans l'univers; elle nous prouve encore la toute puissance que cet Etre a déployée en assujétissant la matière qu'il avait créée, en la disposant et la distribuant *avec poids, mesure et nombre,* de telle manière qu'abandonnée aux lois qui la régissent, elle dût produire ensuite le vaste, harmonieux et magnifique ensemble du monde.

Nous ne pouvons mieux terminer ces considérations qu'en rapportant les belles paroles du célèbre Newton, paroles par lesquelles il termine lui-même son immortel ouvrage qu'on peut regarder comme le code de la constitution du ciel : « J'ai, dit-il, expliqué maintenant tous les phénomènes du ciel par la force de la gravitation. Mais ce qui ne saurait guère s'expliquer par les causes mécaniques, c'est que toutes les planètes tournent sur leur axe et qu'elles circulent autour du soleil dans telle direction et non dans une autre. La machine accomplie et la plus parfaite de toutes, qui se compose du soleil, des planètes et des comètes, ne pouvait être produite que par l'intelligence et la volonté d'un Etre souverainement puissant et sage. Et si les étoiles fixes sont en effet les soleils centraux de systèmes semblables au nôtre, alors ces soleils et ces systèmes sont aussi faits d'après le même plan, ils sont également soumis à l'empire de cet Etre unique qui a séparé les différents systèmes par des intervalles immenses, ponr empêcher qne la pesanteur ne les précipitât les uns sur les autres. Il gouverne toutes choses, non point comme l'âme du monde, mais comme le maître de l'univers. »

C'est ainsi que nous voyons l'illustre auteur de la théorie de la gravitation confirmer par son exemple ce qu'avait dit avant lui un autre savant célèbre. « Il est vrai, dit Bacon, que des notions superficielles de la science de la nature peuvent quelquefois porter les hommes à en oublier et à en méconnaître l'auteur. Mais une connaissance plus approfondie de cette science les ramène nécesssairement à rendre au Créateur les hommages de leur respect et de leur reconnaissance. L'esprit humain, n'envisageant que les causes secondes isolées, peut quelquefois s'arrêter à ces causes sans pénétrer plus avant; mais, lorsqu'il vient à considérer l'ensemble de toutes ces causes et à en contempler les rapports et l'enchaînement, il est forcé de recourir à une cause providentielle, à la Divinité (1). »

(1) Bacon. *De atheismo*, p. 183, edit. 1638.

Les conclusions que nous venons d'obtenir en dernier lieu nous amènent naturellement à la question principale que nous avons entrepris de traiter dans ce travail, l'accord de la religion et de la science sur la question de l'origine et de la formation des êtres. Nous venons de voir que la science proclame l'existence d'un premier Etre souverain, auteur et conservateur de tout ce qui existe, des perfections et des merveilles que la science révèle à notre admiration dans le domaine de la nature entière. Elle vient ainsi en aide à la Religion, en confirmant par des arguments qui lui appartiennent en propre la vérité fondamentale que la Religion nous enseigne. Il nous reste à prouver maintenant que la Religion elle-même n'est pas hostile à la science, qu'elle ne s'oppose pas à ses investigations et à ses recherches; il nous reste à montrer en particulier que les théories de la géologie et de la cosmogonie modernes, loin d'être contraires aux vérités religieuses, peuvent fort bien se concilier avec les principes que les docteurs de l'Eglise et en particulier St Augustin ont posés, il y a quatorze siècles, pour expliquer l'histoire de la création du monde, telle qu'elle est consignée dans nos Saintes Ecritures.

VI.

Accord des théories scientifiques avec les interprétations des saints Pères sur l'œuvre de la création.

I. Pour montrer d'abord que la religion ne s'oppose pas à ce qu'on recherche d'après les données scientifiques, quel a été le mode de formation de la terre et de l'univers, il est nécessaire de déterminer exactement quelles sont les vérités que la Religion nous enseigne par rapport à l'origine et à la première formation des êtres. Ecoutons sur ce sujet St Thomas, qui est considéré à juste titre comme l'interprète le plus fidèle de la théologie chrétienne.

Il se pose à lui-même cette difficulté, que l'Ecriture sainte enseigne dans un endroit (1) que tous les êtres ont été créés au même instant et que cependant, dans le récit de la Genèse, les productions des diverses créatures sont rapportées à six jours distincts et séparés. Pour répondre à cette difficulté, St Thomas fait remarquer que, parmi les vérités religieuses, il en est qui sont fondées sur la révélation expresse de la parole divine, que tous les

(1) Qui vivit in æternum, creavit omnia simul. *Eccli.* XVIII, 1.

fidèles doivent admettre nécessairement et sur lesquelles il n'est permis à personne d'avoir une opinion différente de ce que la foi nous enseigne, des vérités qui appartiennent à la substance même de la foi, tel qu'est, par exemple, le dogme de la très-sainte Trinité; tandis qu'il est d'autres points qui n'appartiennent à la foi que d'une manière indirecte, en tant qu'elles sont consignées dans nos saintes Ecritures.

Ainsi, dit St Thomas, quant à l'origine du monde, il est une vérité qui appartient à la substance même de la foi, c'est que le monde n'a pas toujours existé, qu'il a été créé. Mais, pour ce qui concerne le mode de formation et la succession des êtres qui composent le monde, ces divers objets n'appartiennent à la foi que dans les limites dans lesquelles se renferment les enseignements de l'Ecriture sainte à leur égard, enseignements qui ont été diversement interprétés par les Saints Docteurs, sans que cependant la vérité de la foi en reçût aucune atteinte. Il rapporte ensuite l'interprétation de St Augustin qui admet que tous les êtres ont été créés simultanément, et celle de St Ambroise et des autres docteurs qui supposent que les œuvres des six jours de la Genèse représentent autant de productions distinctes et séparées. Il ajoute que la dernière de ces interprétations, qui est la plus commune, paraît être aussi la plus conforme à la lettre, du moins à ne s'en tenir qu'à la surface des choses; mais il n'hésite pas à déclarer que la première, celle qui suppose la création simultanée, lui paraît plus rationelle et plus propre à venger l'Ecriture des attaques des infidèles, et que par conséquent il croit devoir lui donner la préférence (1).

La conclusion que nous pouvons déduire de ce raisonnement de notre saint docteur, est que la Religion ne nous enseigne pas d'une manière positive le mode de formation des êtres de la nature, mais qu'elle autorise également les explications diverses que les docteurs de l'Eglise ont données des paroles du texte sacré à cet égard. Nous devons montrer maintenant que les théories modernes de la géogonie et de la cosmogonie peuvent fort bien se concilier avec ces mêmes explications. Nous ne prétendons aucunement que les théories scientifiques soient en tout point conformes aux explications des Pères de l'Eglise; nous affirmons seulement que l'on peut, en suivant la voie tracée par ces grands interprètes de la parole sacrée, montrer que nos théories scientifiques n'ont rien de contraire au sens de l'Ecri-

(1) *In sec. lib. sentent.* dist. 12, a. 2.

ture, tel qu'il a été déterminé, depuis plus de quatorze cents ans, par les saints Pères et les docteurs les plus illustres de l'Eglise.

II. Avant d'aborder ce point, nous croyons qu'il ne sera pas inutile de rappeler succinctement les principaux résultats obtenus par la science moderne par rapport à l'histoire primitive de notre globe et de l'univers, et, pour cela, de jeter un coup-d'œil rapide sur les observations scientifiques et sur les conclusions qu'on en a déduites et que nous avons développées antérieurement.

Nous avons rappelé d'abord les phénomènes qui tendent à modifier l'état actuel de la surface de notre globe et qui s'accomplissent encore sous nos yeux, et les altérations que ces mêmes phénomènes ont déjà produites antérieurement et dont nous pouvons par analogie étudier et apprécier l'étendue et la durée. Cet examen nous a montré que l'état actuel de la terre ne date que d'une époque comparativement récente, et que sa configuration n'a plus éprouvé depuis cette époque que des changements restreints et peu considérables.

Nous avons résumé ensuite les observations de la géognosie par rapport à la nature et à la position relative des masses minérales qui composent l'écorce de la terre. Ces observations et les connaissances que nous avons des lois générales de la nature, nous ont amenés à conclure que la période actuelle de repos et de stabilité a dû être précédée de plusieurs autres périodes pendant lesquelles la surface du globe a éprouvé successivement, dans la répartition des eaux et des continents et dans la configuration de ces derniers, des changements nombreux et violents.

Les découvertes de la paléontologie nous ont montré également qu'il a dû y avoir, à ces diverses époques, des variations très sensibles dans les circonstances climatériques qui influent sur la vie et le développement des êtres organisés. Nous avons pu remonter ainsi, depuis les époques géologiques les plus récentes, jusqu'à une époque au-delà de laquelle tout indique que la vie n'avait pas encore apparu sur la surface du globe et avant laquelle les roches cristallines les plus anciennes que nous puissions observer ont été formées.

Nous avons examiné également la composition chimique et la structure de ces dernières roches, leur analogie avec les matières minérales dont l'origine ignée est parfaitement constatée, et les altérations que quelques-unes de ces roches, sorties des profondeurs du globe après la formation des

dépôts de sédiment, ont produites dans leur contact avec ces derniers dépôts. Nous avons été ainsi conduits à supposer que les matériaux des roches cristallines ont été originairement à l'état fluide, que ce dernier état était déterminé par une chaleur énorme, et que notre globe tont entier n'était à l'origine qu'une masse fluide incandescente dont la surface s'est consolidée par le rayonnement de la chaleur dans l'espace. Nous avons vu que les observations géodésiques, astronomiques et physiques relativement à la figure du globe tendent également à confirmer cette supposition.

En considérant ensuite la terre dans ses rapports avec les corps célestes, nous avons rappelé que notre globe est une planète animée, comme les autres planètes, d'un mouvement de rotation sur son axe et d'un mouvement de translation autour du soleil, et qui produit ainsi la succession du jour et de la nuit et les vicissitudes des saisons. Après avoir donné un aperçu des mouvements principaux du système des corps célestes et des lois admirables qui règlent ces mouvements, nous avons exposé l'hypothèse de Laplace par rapport à l'origine de notre système solaire. Nous avons vu que, dans cette hypothèse, l'existence de la terre à l'état de masse sphérique incandescente, a été précédé d'un autre état où les matériaux de notre globe et ceux de toutes les planètes faisaient également partie de l'atmosphère solaire, et que cette atmosphère s'est condensée dans la suite des temps en abandonnant successivement à sa limite des portions de sa masse, qui devaient servir à la formation des planètes du système solaire.

Enfin nous avons rappelé les découvertes d'Herschel et les conjectures de ce grand astronome sur la constitution de l'univers. Nous avons vu que, d'après ses idées, le système planétaire dont la terre fait partie, n'est lui-même qu'une partie très-limitée du système universel des corps célestes, que le mode de formation que nous avions déjà indiqué pour la terre et pour les autres planètes, se continue encore dans le ciel pour des systèmes innombrables de corps célestes et que tous ces corps ont été formés par la contraction de la matière nébulaire répandue à l'origine dans l'univers.

III. Nous devons revenir maintenant sur les explications que les interprètes sacrés ont données du récit de la Genèse et que nous avons déjà indiquées ci-dessus.

La plupart des interprètes ont supposé que par ces mots : *au commencement Dieu créa le ciel et la terre*, l'auteur sacré a voulu désigner la création de la matière corporelle, des éléments ou des matériaux qui devaient servir

à la formation du ciel et de la terre et de tous les êtres qu'ils renferment. Ils supposent ensuite que les divers êtres de la nature ont été produits postérieurement à ce premier instant de la création et d'une manière successive dans des espaces de temps correspondant à six de nos jours et dans l'ordre que l'Ecriture assigne.

Cependant saint Augustin admet que tous les êtres ont été créés simultanément dès le premier instant, celui de la création. Dans la plupart de ses ouvrages, notre grand docteur explique la création simultanée de telle manière que les substances spirituelles, ainsi que les corps célestes, la terre et les autres éléments, c'est-à-dire, tous les corps inorganiques en général ont été produits dès le premier instant dans un état complet; tandis que les êtres organisés, les plantes, les animaux et l'homme, quoique créés également dès le premier instant dans leur principe et dans leur cause, *seminaliter*, ne sont arrivés que postérieurement à leur état complet. Les six jours de la Genèse ne désignent pas des jours temporels; saint Augustin les interprète d'une manière métaphysique (1).

Toutefois nous devons faire remarquer que, dans un de ses ouvrages, St Augustin semble adopter également l'interprétation la plus commune des paroles du texte sacré : *au commencement Dieu créa le ciel et la terre*. Il suppose que ces mots *le ciel et la terre* désignent non pas ces corps formés et complets tels qu'ils existent maintenant; mais la matière élémentaire, les matériaux de ces corps, le chaos des poètes grecs (2), et comme le germe duquel devaient sortir par la suite tous les êtres corporels. Voici ses paroles :

« De même, dit-il, que nous pouvons dire, en considérant la semence d'un arbre, que cette semence renferme les racines, le bois, les rameaux, les feuilles et les fruits, non point que ces diverses parties existent déjà en effet, mais parce qu'elles doivent en sortir un jour; de même aussi il est dit dans l'Ecriture que Dieu créa au commencement le ciel et la terre, c'est-à-dire, les germes, les matériaux, les éléments du ciel et de la terre quoiqu'encore dans un état de confusion; renfermant déjà, mais dans un état confus et informe, tous les corps qui devaient s'en former dans la suite (3).

(1) Voir ci-dessus, p. 16.

(2) Primo ergo materia facta est confusa et informis unde omnia fierent quæ distincta atque formata sunt, quod credo a græcis chaos appellari. *De genesi contra Manichæos* lib. I, c. 5.

(3) *De genesi contra Manichæos*, lib. I, c. 7.

Notre saint docteur développe lui-même d'une manière admirable quelles étaient les qualités de la matière élémentaire créée à l'origine. Il fait ressortir ces qualités des noms eux-mêmes que l'Ecriture emploie pour la désigner. « Cette matière est désignée sous le nom de *terre*, parce que la terre occupe le degré le plus bas parmi les éléments (1). Elle est nommée *terre invisible et incomposée* (2) parce qu'elle était encore plongée dans les ténèbres et qu'elle n'avait pas reçu de forme. Elle est aussi désignée par les *eaux* sur lesquelles planait l'esprit de Dieu, de même à peu près que l'esprit de l'artiste plane sur l'œuvre qu'il veut produire. Cette opération de l'Esprit de Dieu est telle que, lors même qu'un petit nombre d'intelligences parviendrait à la comprendre d'une certaine manière, je ne sais encore s'il pourrait se trouver parmi elles un seul homme qui puisse l'énoncer dans le langage ordinaire. Le nom d'*eaux* a été choisi encore à juste titre, parce que tous les êtres qui naissent sur la terre commencent à se former et se développent au moyen de l'humidité. »

« Ainsi les diverses expressions : le ciel et la terre, la terre invisible et incomposée, l'abyme et les ténèbres qui le recouvrent, les eaux sur lesquelles plane l'Esprit de Dieu, toutes ces expressions servent à désigner la même chose, savoir : la matière informe, élémentaire ; et, si l'auteur sacré se sert de ces diverses dénominations, c'est pour insinuer aux esprits moins cultivés, par des paroles d'une signification connue, une chose qui leur était tout à-fait inconnue ; c'est encore pour empêcher que, s'il n'avait employé qu'une seule de ces dénominations, on ne crût que la chose qu'il voulait désigner ainsi fût précisément ce que cette même dénomination désigne ordinairement dans le langage reçu parmi les hommes. La matière élémentaire est donc nommée le ciel et la terre, parce que le ciel et la terre devaient en

(1) Nous croyons qu'il est presqu'inutile de rappeler que St Augustin suppose ici, suivant les principes d'Aristote, qu'il y avait quatre éléments : la terre, l'eau, l'air et le feu.

(2) Voici le texte de la Genèse que St Augustin explique dans ce passage : *In principio creavit Deus cœlum et terram. Terra autem erat inanis et vacua, et tenebræ erant super faciem abyssi : et Spiritus Dei ferebatur super aquas.*

Au lieu de *inanis et vacua, vide et vaine*, la version des Septante, suivie par St Augustin, porte αορατος και ακατασκευαστος, *invisibilis et incomposita*, *invisible et incomposée*. Il y a dans la traduction d'Aquila, κενωμα και ουθεν, dans celle de Théodotinn, κενον και ουθεν, *vacuum et nihil*, *un vide et un rien* ; et enfin dans la traduction de Symmaque, αργον και αδιακριτον, *inelaboratum et indiscretum*, *quelque chose de non travaillé, non façonné et confus.*

sortir un jour; elle est nommée terre invisible et incomposée, l'abyme ténébreux, parce qu'elle était encore sans aucune forme et qu'elle aurait échappé à la vue et aux sens de l'homme, quand même l'homme aurait dès-lors existé. Enfin elle est appelée les eaux, parce qu'elle se prêtait avec facilité et sans aucune résistance à l'action du Créateur pour produire tous les êtres. Mais, sous toutes ces dénominations, c'est toujours la matière invisible et informe de laquelle Dieu a créé le monde (1). »

Nous rappellerons encore ici le sens que St Augustin attache dans le même ouvrage, aux jours de la Genèse. Après avoir fait remarquer que les trois premiers jours ne peuvent avoir été des jours naturels fournis par la révolution du soleil, il ajoute que chacun de ces jours aurait pu embrasser un espace de temps égal à celui de nos jours ordinaires. « Mais nous devons, dit-il, renoncer à cette explication, parce que l'Ecriture dit, en parlant de chacun de ces jours, qu'il y a eu un soir et nn matin, ce qui ne saurait avoir lieu sans la révolution du soleil. Il ne reste donc qu'à supposer que les jours de la Genèse correspondent aux opérations distinctes du Créateur, que le *soir* désigne la fin d'une de ces opérations et le *matin* le commencement de celle qui la suit, par analogie avec ce qui a lieu dans les opérations de l'homme qui commence généralement son ouvrage le matin et qui le finit le soir (2). »

Nous avons déjà fait remarquer que l'explication que St Augustin semble avoir préférée lui même, sur laquelle il revient le plus souvent dans ses ouvrages et que nous avons développée dans la troisième partie de ce travail, c'est la doctrine de la création simultanée, c'est-à-dire, que tous les êtres ont été créés dans le même instant. Nous avons vu que, même dans cette doctrine, les êtres organisés, les végétaux, les animaux et l'homme n'ont pas été produits à l'instant même de la création, celui où le ciel et la terre, les corps inorganiques ont été créés dans leur état complet et achevé; mais que les premiers de ces êtres n'ont apparu dans la nature qu'après ce premier instant. Cependant St Augustin enseigne positivement que les êtres organisés et l'homme lui-même étaient aussi créés à l'origine dans leur principe et dans leur cause; de sorte que la production complète de ces êtres n'a pas été une création nouvelle, mais seulement un développement des

(1) *De Genesi contra Manichæos*, lib. 1, c. 7.
(2) *Ibid.*, c. 14.

causes que le Créateur avait créées dès l'origine du monde et qu'il avait déposées dans les êtres formés dès ce premier moment (1).

Si nous rapprochons maintenant ces diverses interprétations de St Augustin et celles des autres Sts Pères, nous ne serons guère embarrassés pour concilier ces interprétations avec les explications plus récentes fondées sur les données de la science.

IV. Ainsi la création consiste dans l'acte un et indivisible par lequel le Tout-Puissant, l'Etre infini, qui existe de toute éternité en lui-même et par lui-même, sortant de son éternel repos, appelle à l'existence tous les êtres finis et leur communique, à des degrés différents et dans des mesures diverses, les perfections qu'il possède en lui sans bornes et sans mesure. Cependant tous ces êtres n'existaient pas dès le premier moment de la même manière. Le Créateur ne forma d'abord à l'état complet et dans leur propre natnre que les êtres placés en quelque sorte aux deux extrémités de la création entière, les anges et la matière; les anges, purs esprits dont la nature plus parfaite et plus excellente les rapproche le plus du Créateur, ***unum prope* TE**; la matière inerte, informe, invisible, ***voisine du néant***, ***alterum prope* NIHIL**, non point ce que nous désignons ordinairement sous le nom de matière, et ce que nous ne connaissons dans les êtres matériels que par abstraction comme étendue impénétrable, mais la matière existant réellement et en elle-même, quoique sans aucune des qualités qui frappent nos sens, la masse confuse et ténébreuse des éléments de tous les corps (2). Quant aux êtres intermédiaires entre ces deux extrêmes, tels que les astres si grands, si nombreux et si variés, que l'Ecriture appelle l'armée du ciel; le globe terrestre avec les richesses minérales renfermées dans son sein et répandues à sa surface; tous les êtres organisés, depuis le végétal le moins parfait, le plus voisin de la nature inerte jusqu'anx animaux les plus accomplis, et enfin l'homme lui-même, ralliant en qnelque sorte le monde spirituel, celui des anges, avec le monde matériel, tenant à la fois de la perfection des anges et des qualités les plus excellentes des êtres corporels;

(1) Ipsæ numerosæ rationes incorporaliter corporeis rebus intestæ. *De Genesi ad litt.* lib. IV, c. 33. Voyez le développement de cette doctrine de S. Augustin, ci-dessus p. 23.

(2) Tu eras et aliud nihil unde fecisti cælum et terram, duo quædam; unum prope te (Angelos), alterum prope nihil (informem materiam) : unum quo superior tu esses; alterum, quo inferius nihil esset. St Aug. *confess.* lib. XII, c. 7.

tous ces êtres n'existaient pas dans le premier instant tels qu'ils existent aujourd'hui; et cependant dès lors ils étaient créés, ils existaient cachés et invisibles au sein du chaos. Dès ce moment le Tout-Puissant avait créé et déposé dans la matière, la cause, le principe, le germe du sein duquel ils devaient se développer un jour.

La notion de la création que nous venons de présenter n'est au fond que l'explication la plus commune des Saints Pères. Nous avons déjà vu que la plupart de ces interprètes admettent que la production distincte des êtres corporels a été précédée de la création de la matière informe, des éléments de tous les corps. Pour ce qui concerne la création des anges, quelques Saints Pères ont supposé que ces esprits avaient été créés avant le monde, avant les êtres corporels. « Nous ne comptons, dit saint Jerôme, nous ne comptons pas même six mille ans depuis l'origine du temps tel qu'il existe pour nous; mais déjà auparavant que de siècles, que de temps incommensurables, que d'éternités s'étaient écoulées pendant lesquelles les chœurs des anges, des Thrônes, des Dominations et les autres chœurs célestes adoraient et servaient l'Eternel en dehors des vicissitudes et de la mesure des temps et qu'ils subsistaient par son ordre? (1) » Cependant la plupart des Saints Pères ont enseigné que la création des anges n'a pas précédé celle du monde corporel, qu'ils ont été créés comme le monde à l'origine des temps; ils ajoutent que les anges ont aussi été en quelque sorte créés dans un état *informe*, parce que, créés libres et pouvant abuser de leur liberté, ils pou vaient refuser au Créateur les hommages de leur adoration et de leur amour et consommer ou perdre à jamais par leur propre volonté leur union indis-

(1) Sex millia needum nostri temporis implentur annorum et quantas prius æternitates, quanta tempora, quantas seculorum origines fuisse arbitrandum est, in quibus Angeli, Throni, Dominationes, cœteriquo ordines servirent Deo absquo temporum vicibus atque mensuris et Deo jubente substiterunt? Hier. *in epist. ad Tit.*

Voici comment saint Thomas explique ce quo c'est quo le temps, les siècles et les éternités dont il est question dans ce passage : In angelo est tria considerare; primo esse ejus cujus mensura dicitur seculum; secundo operationem ipsius in qua res in propria natura cognoscitur per species innatas, in qua est vicissitudo et aliquis modus motûs, et sic mensuratur tempore quod tamen est aliud ab eo quod est numerus motûs cæli; tertio operationem qua Verbum intuetur et sic fit in participatione æternitatis et beatitudinis et secundum quod sunt multæ beatitudines participatæ, ita et æternitates, quamvis beatitudo essentialiter sit tantum una. *In sec. lib. sentent.* dist. 2, a. 3.

soluble avec le Créateur, union qui devait former et consommer la perfection de leur nature (1).

Si nous interrogeons maintenant les savants modernes, si nous cherchons, d'après les observations et les lois de l'analogie, à nous rendre compte de ce que c'est que la matière élémentaire, la matière cosmique et universelle qui a servi à la formation des corps de l'univers, la science nous répondra que c'est la matière nébulaire répandue dans les immensités de l'espace, non-seulement celle qui nous présente ces lueurs phosphorescentes visibles à l'œil nu, mais encore celle qui constitue ces taches nébuleuses que l'on n'aperçoit qu'avec le secours des plus puissants télescopes et celle qui compose également ces autres nébuleuses que nous découvrons par analogie et dont la nébulosité est tellement diffuse que l'on pourrait à peine en soupçonner l'existence. Elle nous dira que la matière dont les mondes ont été formés était à l'état de dissolution extrême, à l'état gazeux (2).

N'est-ce pas là cette matière *vide et vaine*, *invisible et incomposée*, cette matière *non façonnée et confuse*, que l'auteur inspiré de la Genèse nous représente comme la matière constitutive du ciel et de la terre? N'est-ce pas là *ce quasi-néant*, *ce vide ténébreux*, dont l'intelligence humaine ne saurait ni sonder la profondeur à cause de son immensité *profunditatem vastissimam*, ni concevoir la nature à cause de son informité *propter ipsam informitatem?* En un mot, n'est-ce pas là ce vide et ce rien qui passe d'un état *obscurément* chaud, d'un état diffusément gazeux à un état plus concret, pour obéir à ce commandement de l'Eternel : Que la lumière soit, *fiat lux* (3).

Nous pouvons donc supposer que la matière informe des Saints interprètes de l'Ecriture n'était autre chose que la matière nébulaire que la théorie cosmogonique suppose avoir été répandue à l'origine dans l'univers et que cette matière nébulaire a été soumise dès le premier moment aux lois générales de la nature. La condensation de cette matière autour des centres particuliers, la formation des nébuleuses et des étoiles, celle du soleil, des planètes et des comètes, les diverses phases que la nébuleuse solaire a traversées depuis son état primitif de nébuleuse distincte jusqu'à son état ac-

(1) P. Lombard. II. lib. sent. dist. 2. S. Aug. *De Genesi ad litt.* lib. 1, c. 5.

(2) Ampère, *Théorie de la terre*, *Revue des deux mondes*, 1er juillet 1833.

(3) Godefroy, *La cosmogonie de la révélation*, p. 24.

tuel, les divers changements qui se sont accomplis sur notre globe en particulier pendant les époques géologiques; tous ces phénomènes si accablants pour notre imagination pourront être considérés comme le développement de la première œuvre du créateur, le résultat des causes générales, des lois établies dès l'origine pour manifester au dehors dans la succession des temps, la perfection que le grand auteur de la nature avait imprimée à son œuvre dès le premier moment.

Il est vrai que les théories scientifiques supposent que les diverses transformations de la matière nébulaire se sont accomplies dans des périodes de temps incalculables, tandis que l'Ecriture rapporte à six jours les diverses opérations du Créateur pour amener l'état actuel. Mais il résulte évidemment des explications que nous avons données ci-dessus que le sens du mot *jour* dans la Genèse n'est pas déterminé. Saint Augustin enseigne positivement que ces jours n'ont pas été des jours naturels semblables aux nôtres; il propose lui-même diverses manières de concevoir et d'expliquer la nature de ces jours, il provoque même des explications nouvelles. Nous croyons donc pouvoir avancer que les jours de la Genèse ne désignent pas des jours naturels ni même nécessairement des époques de temps indéterminées. L'auteur sacré, en rapportant les productions distinctes des créatures, ne s'est pas proposé de nous donner des instructions scientifiques sur le mode de formation des êtres; mais il a voulu montrer à tous, aux savants comme aux ignorants, que les beautés et les merveilles que la nature visible présente à nos regards, sont toutes également l'œuvre du tout-puissant Créateur.

La doctrine que nous venons de présenter loin de contredire en quoi que ce soit les enseignements de la raison et de la foi par rapport aux perfections infinies de la divinité confirme au contraire ces enseignements à plusieurs égards. Elle tend à nous montrer, dans l'œuvre de la première formation du monde, cette économie admirable que nous remarquons dans les œuvres divines dans l'ordre de la nature et de la grâce, et que l'Ecriture elle-même nous démontre lorsqu'elle nous dit *que la sagesse*, le verbe de Dieu par lequel toutes choses ont été faites, *atteint avec une force infinie et le commencement et la fin des choses et qu'elle dispose tout avec douceur pour atteindre à cette fin* (1).

De plus, nous croyons que la doctrine du développement successif par les

(1) Attingit a fine usque ad finem fortiter et disponit omnia suaviter. Sap. VIII, 1.

causes créées dès le principe est non-seulement conforme aux principes de la raison et de la foi ; nous croyons encore que cette doctrine est la conception la plus vaste, la plus profonde et la plus sublime qu'on puisse se former du grand œuvre du tout-puissant Créateur. En effet, l'acte créateur le plus parfait n'est pas celui où la créature produite possède immédiatement toute la somme de perfections dont elle est susceptible, sans pouvoir rien acquérir par la suite, sans pouvoir agir soit pour elle-même soit pour les autres créatures; mais c'est plutôt celui où la créature, quoique d'abord moins parfaite, arrive successivement à un état plus parfait, et, participant en quelque sorte de la puissance du Créateur, contribue ainsi elle-même à l'embellissement et à la perfection de la création entière. Ainsi, même dans l'état actuel de la nature, ne voyons-nous pas que l'animal naît parfait et que l'homme naît perfectible? Nous admirons à juste titre le talent du statuaire qui parvient, à force de travail et de patience, à imprimer sur le marbre brut le cachet du génie et la vérité de la nature; que dirions-nous donc de l'artiste qui aurait construit une machine tellement arrangée qu'il pourrait ensuite, par une seule impulsion première, achever l'œuvre qu'il a conçue ou qu'il veut reproduire; que dirions-nous surtout s'il lui était donné, par un premier et unique effort, de faire naître le marbre lui-même et de le faire accroître de manière à représenter fidèlement les traits du modèle qu'il a en vue?

Si maintenant ces périodes indéfinies qui auraient précédé la formation du monde actuel effraient encore notre imagination, nous n'aurons qu'à rappeler que les années et les siècles ne sont qu'un point imperceptible dans la durée de l'Eternel et dans l'accomplissement de ses œuvres, que *mille années sont devant lui comme le jour d'hier qui est passé* (1).

De plus, en suivant les principes de St Augustin (2) et même en nous appuyant sur le témoignage formel de l'Ecriture, nous pouvons supposer que, pendant ces milliers de siècles antérieurs à l'homme, les grandes opérations de la Divinité pour achever et perfectionner l'œuvre du monde, faisaient déjà l'objet de la contemplation des Esprits célestes, alors que *ces astres levés sur l'horison de la création avant tous les autres êtres louaient de concert le Créateur et que ces fils de Dieu entonnaient tous ensemble des cantiques d'allégresse* (3).

(1) Mille anni ante oculos tuos, sicut dies hesterna quæ præteriit. Ps. LXXXIX, 4.

(2) Voyez ci-dessus, p. 16.

(3) Ubi eras, quando ponebam fundamenta terræ?..... Cum me laudarent simul astra matutina, et jubilarent omnes filii Dei. Job, XXXVIII, 4, 7.

Enfin, nous ferons remarquer que, d'après le sentiment le plus accrédité parmi les saints Pères et les théologiens et qui paraît le plus conforme à nos saintes Ecritures, la création matérielle elle-même est destinée à être un jour non pas détruite et anéantie, mais renouvelée et amenée à un état plus parfait (1). Or, si, d'après ce sentiment, le monde doit subsister dans un état

(1) L'Ecriture nous rappelle, dans l'ancien et le nouveau testament (*a*), que *le Seigneur fera de nouveaux cieux et une nouvelle terre.* Elle ne dit pas, remarque St Jerôme (*b*), *d'autres cieux et une autre terre*, mais *de nouveaux cieux et une nouvelle terre* pour marquer leur renouvellement. De même, dit St Cyrille, que celui qui bâtit une maison neuve ne la bâtit pas de rien, ainsi Dieu formera les cieux nouveaux et la terre nouvelle, après le jugement, de la matière des cieux et de la terre qui subsistent aujourd'hui, mais qu'il changera en un état plus parfait (*c*).

Quand le Psalmiste parle de la destruction des cieux, il la marque sous l'idée d'un vêtement qui s'use et qui se change (*d*); mais cela est fort différent de ce qui est réduit au néant. Isaïe, décrivant l'état du monde après la résurrection, dit que le soleil et la terre s'y verront comme auparavant, mais dans un éclat infiniment plus grand : *La lune*, dit-il, *brillera comme le soleil; et le soleil aura sept fois plus de clarté qu'il n'en a aujourd'hui* (*e*).

Le Sauveur nous dit dans l'Evangile que *le ciel et la terre passeront* (*f*); et l'Apôtre, que *la figure* ou l'apparence *de ce monde passe* (*g*). Ils ne disent pas que le monde périra quant à la substance, ni que les cieux et la terre retourneront dans le néant; mais simplement qu'ils passeront de l'état où nous les voyons dans un autre plus parfait et plus beau. Saint Pierre, dans l'endroit le plus formel que nous ayons sur ce sujet, dit simplement que *le jour du Seigneur viendra comme un voleur; qu'alors les cieux passeront avec beaucoup de bruit et d'impétuosité;* que *les éléments seront dissous par la chaleur;* que *la terre sera brûlée avec tout ce qui est en elle* (*h*). Or, rien de tout cela ne prouve l'anéantissement.

La doctrine que nous venons de présenter est celle de St Grégoire le Grand (*i*), St Jerôme (*k*), St Epiphane (*l*), Proclus, Methodius, Æcumenius. St Augustin l'a développée de la manière la plus expresse : Le feu qui brûlera le monde au dernier jour, dit ce grand docteur, changera les qualités des éléments corruptibles et ce qui convient à nos corps sujets à la corruption sera changé en d'autres qualités qui conviendront à nos corps incorruptibles; en sorte que le monde ainsi renouvelé sera pro-

(*a*) Isaï. LXV, 17; LXVI, 22; II Petr. III, 13; Apoc. XXI, I.
(*b*) Non dixit : alios coelos et eliam terram videbimus, sed veteres et antiquos in melius commutatos. *In Isai.* LI et LXV.
(*c*) Cyrill. lib. IV, *in Isai.* 41.
(*d*) Ipsi peribunt et omnes sicut vestimentum veterascent, et sicut opertorium mutabis eos. Psalm. CI, 27.
(*e*) Isai. XXX, 26.
(*f*) Matt. XXIV, 35; Marc, XIII, 31; Luc. XXI, 33.
(*g*) Præterit figura hujus mundi. I. Cor. VII, 31.
(*h*) II. Petr. III, 10.
(*i*) Greg. Moral. lib. XVII, *In Job.* V.
(*k*) Hier. *in Habacuc.* III.
(*l*) Epiph. *Hæres.* 64.

plus parfait pendant des myriades indéfinies de siècles, ne peut-on pas supposer également que le monde a été préparé à son état actuel pendant une longue suite de siècles, que le Créateur n'a opéré que successivement et dans un espace de temps incalculable ce qu'il aurait pu réaliser avec la même facilité dans un seul instant.

V. Nous pourrions à la rigueur terminer ici notre travail. En effet, il résulte clairement des développements que nous venons de présenter, la conclusion générale que le récit de l'Ecriture concernant l'œuvre de la création et les manières diverses et particulières dont ce récit a été interprêté par les docteurs de l'Eglise, nous permettent de supposer que la formation des êtres qui composent l'univers s'est accomplie d'une manière entièrement conforme aux explications théoriques fournies par la science moderne. Si maintenant ces dernières explications, au lieu de s'appliquer également aux détails particuliers du récit de l'auteur inspiré, semblaient au contraire

portionné à la nature des hommes ressuscités (*m*). Il dit dans un autre endroit que le ciel et la terre seront renouvelés après le jugement; qu'ils passeront mais qu'ils ne périront pas (*n*). Comparant ensuite le feu qui doit embraser le monde à la fin des siècles, aux eaux du déluge, il fait le parallèle des expressions dont se sert l'Ecriture pour exprimer l'un et l'autre de ces grands événements. Dans le premier, il est dit que *le monde périt*, de même que l'on dit qu'il périra dans le second. Mais comme on sait que par ce mot *périr*, l'Ecriture n'a voulu marquer qu'un changement extraordinaire, ainsi, dans la consommation des siècles, lorsqu'elle dit que le monde périra, cela veut dire qu'il sera seulement changé quant à ses qualités, mais qu'il subsistera quant à sa substance (o).

S[t] Thomas nous enseigne encore la même doctrine : « L'œil corporel de l'homme, dit-il, même de l'homme ressuscité, ne pouvant s'élever à la vision intuitive de l'essence divine, devra cependant avoir une récompense appropriée à sa nature et fondée sur la vision de la Divinité. Elle contemplera la Divinité dans ses œuvres, les êtres corporels qui lui retraceront la majesté divine de la manière la plus éclatante : dans le corps de l'Homme-Dieu, les corps des Bienheureux et enfin même dans les corps purement matériels. Il faudra donc que tous ces corps, par une influence plus abondante de la bonté divine, reçoivent non pas une beauté variable et changeante, mais des qualités nouvelles qui ajoutent à leur perfection; et c'est en cela que consistera le renouvellement du monde. Ainsi, conclut le St Docteur, pendant que l'homme sera glorifié, le monde sera lui-même renouvelé (*p*).

(*m*) Ut scilicet mundus, in melius innovatus, apte accommodetur hominibus, etiam carne in melius innovatis. *De civit. Dei*, lib. XX. 16.

(*n*) Mutatione namque rerum, non omnimodo interitu, transibit hic mundus.... Figura ergo præterit non natura. *Ibid.* c. 14.

(o) Gaume, *Catéchisme de persévérance*. Edit. Brux. t. VIII, p 493.

(*p*) Summa, Suppl. q. 91, a. 1.

s'écarter de ce récit ou plutôt de l'interprétation qu'on en donne ordinairement, nous pourrions encore faire remarquer, en nous appuyant de l'autorité de St Augustin, que nous ne sommes pas obligés de voir, dans le récit de la Genèse, la description scientifique des divers changements que le monde a éprouvés avant d'arriver à son état actuel, ni même de supposer que l'ordre que la Genèse assigne aux œuvres des six jours soit en effet et nécessairement une succession temporelle.

Ainsi notre grand docteur enseigne formellement que les jours génésiaques ne représentent pas des espaces de temps, mais que ce sont des jours spirituels, dont il explique la nature d'après la manière dont les êtres matériels ont été manifestés à la connaissance des anges. Il suppose que l'ordre que l'Ecriture assigne aux œuvres des six jours ne représente pas celui de l'apparition successive des créatures dans le temps, mais que c'est l'ordre d'excellence ou de la dignité de leur nature que l'Ecriture a voulu rappeler (1).

Cependant nous pouvons aussi admettre que les diverses créatures ont été produites dans leur état complet, qu'elles ont été formées successivement dans l'ordre indiqué par l'Ecriture et que les jours de la Genèse correspondent à des périodes de temps indéterminées. Nous devons montrer maintenant que, dans cette supposition, les explications scientifiques peuvent s'adapter avec la plus grande facilité au récit détaillé que Moïse nous a tracé de l'œuvre du monde.

Nous avons vu précédemment (p. 73) que les observations physiques, géognostiques et astronomiques s'accordent pour établir que notre globe n'était à l'origine qu'une masse sphérique, fluide et incandescente, et que tous les matériaux de ce globe étaient maintenus à l'état fluide par une chaleur énorme. Nous avons vu également que les observations astronomiques tendent à nous montrer que cet état de la terre a été précédé d'un autre état, l'état gazeux, celui de fluide aériforme et que la matière elle-même dont les mondes sont composés était d'abord à l'état gazeux. Nous avons montré ensuite que, d'après l'Ecriture elle-même, le premier acte du Tout-Puissant a été d'appeler du néant à l'existence la matière constitutive du ciel et de la terre, les éléments de tous les corps. En comparant les diverses versions de la Genèse et les interprétations des Sts Pères, nous

(1) Voir ci-dessus, p. 15.

avons vu que l'on peut supposer que la matière créée au premier instant, n'était autre chose que la matière nébulaire des théories astronomiques.

Examinons maintenant quel devait être l'état primitif de la matière nébulaire d'après les théories elles-mêmes. L'hypothèse la plus naturelle est que cette matière était à l'origine dans un état de diffusion extrême, qu'elle ne présentait pas même ces taches nébuleuses visibles à l'œil nu ou bien au télescope, qui semblent être déjà de la matière nébulaire condensée; cette diffusion devait être telle que, malgré la haute température qui la maintenait à l'état gazeux, toute la masse était encore plongée dans les ténèbres, que sa chaleur était une chaleur obscure. Cette hypothèse servirait à nous expliquer la cause des ténèbres qui recouvraient le grand abîme primitif dont il est fait mention dans la Genèse, et que l'Ecriture nous représente dans un autre endroit, comme les langes qui enveloppaient le monde dans sa première enfance (1).

Rappelons d'abord le texte même de la Genèse auquel nous venons de faire allusion : *Au commencement Dieu créa le ciel et la terre. Or la terre était vide et vaine, ou bien, invisible et incomposée, ou bien, non façonnée et confuse, et les ténèbres étaient sur la face de l'abîme, et l'Esprit de Dieu planait, se portait*, ferebatur *sur les eaux.* (Gen. I, 2.) Nous avons vu que St Augustin suppose que ces diverses expressions, la terre, les ténèbres et les eaux représentent la matière élémentaire, considérée sous divers rapports. Il suppose dans le même passage, avec le plus grand nombre des Pères, que par ces mots *l'Esprit de Dieu*, l'Ecriture a voulu désigner l'Esprit-Saint, la troisième personne de la Très-Sainte Trinité.

Cependant d'autres interprètes ont entendu par ces mots, un être corporel, et notre grand docteur lui-même enseigne que l'on peut entendre par là une créature vivifiante, un agent universel qui pénètre et anime tous les corps, un élément générateur que Dieu a revêtu d'une certaine puissance pour l'exercer, conformément à ses desseins sur tout le domaine de la création. Il fait observer ensuite en faveur de cette dernière opinion, que cet esprit ou ce principe invisible étant le plus parfait de tous les éléments par sa propre nature ou par une essence supérieure à celle des créatures visibles, a pu être appelé avec raison esprit de Dieu (1).

(1) Cum ponerem nubem vestimentum ejus, et caligine illud quasi pannis infantiæ obvolverem. Job, xxviii, 9.

(1) Potest autem et aliter intelligi, ut spiritum Dei, vitalem creaturam, qua uni-

Or, parmi les agents de la nature, que nous révèlent les sciences physiques, il n'en est pas de plus général ni de plus important que la chaleur, et cette importance est d'autant plus grande que les découvertes modernes tendent à confirmer de plus en plus que les autres grands agents naturels, la lumière, l'électricité et le magnétisme ne sont que des modifications du principe de la chaleur elle-même. Nous sommes donc amenés à reconnaître que c'est là le principe mystérieux que Moïse nous représente comme dominant sur toute la masse moléculaire que le Créateur avait tirée du néant et que, dans son langage profondément philosophique, il appelle *esprit de Dieu.*

C'est ce même principe qui joue un rôle si important dans les théogonies et les cosmogonies anciennes. L'âme du monde des platoniciens, le principe générateur des stoïciens n'est pas distingué de la chaleur que Cicéron appelle la cause productrice de la vie, la vertu vitale qui se répand par tout le monde. Dans la théologie des anciens Egyptiens, le chaos immense et éternel était informe et sans mouvement; ils l'appelaient Athor ou Athir. Un esprit nommé Cneph, et ensuite Phtos, anima cette matière inerte. Il fut l'organisateur suprême du monde; on l'a confondu avec le feu, ou la chaleur extrême, ou le génie du feu (1).

Mais, tandis que ces doctrines nous représentent le principe générateur, l'âme du monde, comme une force plastique et aveugle, existant par elle-même et que le monde n'est ainsi qu'un mélange fatal et nécessaire de l'esprit et de la matière, identifié avec la divinité; dans Moïse, au contraire, Dieu est toujours isolé parce qu'il est infini : le monde est son ouvrage, créé par lui et dépendant de lui; son souffle l'agite, sa parole lui donne la vie; mais il n'est pas plus mêlé à ses créatures que le monarque ne se mêle à la foule qui tremble et courbe la tête en écoutant ses volontés (2).

Dans les théories de la science, la matière nébulaire soumise dès le principe à la loi de l'attraction, se condense et se contracte par le rayonnement de la chaleur dans l'espace. La force répulsive des molécules, dépendante de la chaleur, venant ainsi à diminuer, permet à l'attraction de

versus iste visibilis mundus atque omnia corporea continentur et moventur, intelligamus; cui Deus omnipotens tribuit vim quamdam sibi serviendi ad operandum in iis quæ gignuntur. Qui spiritus cum sit omni corpore æthereo melior, quia omnem visibilem creaturam omnis invisibilis creatura antecedit, non absurde spiritus Dei dicitur. *De Genesi*, *lib. imp.* c. IV.

(1) Godefroy, *La cosmogonie de la révélation*, p. 19.

(2) Pauvert, *Exposition du dogme catholique*, p. 199.

devenir prépondérante; la condensation de la matière qui en résulte produit ensuite elle-même une nouvelle élévation de température; l'augmentation de chaleur de toute la masse condensée tend à se porter à la surface et se manifeste à la longue par le passage d'un état de chaleur obscure à l'état lumineux. Les ténèbres qui avaient jusqu'alors enveloppé le chaos disparaissent; le monde est dégagé des langes de son enfance et la lumière apparaît pour la première fois dans l'œuvre de la création. C'est à ce moment de l'apparition de la lumière que l'on peut rapporter ces paroles de l'Ecriture : *et Dieu dit : que la lumière soit et la lumière fut.*

Savez-vous, disait le Seigneur à Job, *où habite la lumière et quel est le lieu des ténèbres, afin que vous les conduisiez en leur propre lieu, ayant connu le chemin et le lieu de leur demeure? Savez-vous par quelle voie se disperse la lumière et comment la chaleur se répand sur la terre* (1)? Et de nos jours encore, la science serait embarrassée pour donner une solution complète à ces questions : quel est le lieu de la lumière, quelles en sont les sources, par quelle voie, de quelle manière se propage-t-elle; est-elle un fluide particulier qui ne réside que dans les corps qui nous manifestent sa présence, et qui est lancé par ces corps avec une vitesse prodigieuse à travers les espaces célestes et les milieux transparents; ou bien réside-t-elle dans tous les corps et sa manifestation ne dépend-elle que d'une manière d'être particulière, du mouvement ondulatoire; mais alors même, qu'est-ce qui détermine ce mouvement, quelles sont les modifications que la lumière éprouve en se dispersant dans l'espace; comment la lumière nous arrive-t-elle du soleil, comment y produit-elle la chaleur qui se répand sur notre globe pour le féconder, pour y conserver et propager la vie? Quelle que soit la réponse à ces questions, quelles que soient les découvertes que la science est appelée à faire encore sur les opérations mystérieuses de ce grand agent de la nature, nous n'en sommes pas moins à même de comprendre qu'elle était *bonne* et accomplie la lumière créée, image visible de la lumière incréée et invisible, du Verbe; la lumière qui féconde, qui éclaire et embellit le monde; la lumière qui révèle aux regards de l'homme la beauté, l'ordre et l'harmonie des créatures corporelles, reflet si attrayant et pourtant si faible des perfections infinies du Créateur.

(1) Indica mihi, si nosti, omnia, in qua via lux habitet et tenebrarum quis locus sit : ut ducas unum quodque ad terminos suos, et intelligas semitas domus ejus. Per quam viam spargitur lux, dividitur æstus super terram. Job, xxxviii, 18-20, 24.

Considérons maintenant les phénomènes qui se sont accomplis au sein de la matière nébulaire dans le principe et par la suite.

Il résulte des découvertes d'Herschel que nous avons exposées précédemment, que les étoiles et les nébuleuses ne sont pas réparties uniformément dans l'espace, mais que le système général de tous les corps qui composent l'univers est disposé de manière à constituer une zone ou une couche immense dont l'épaisseur est petite en comparaison de la longueur et de la largeur, couche dans l'intérieur de laquelle la terre se trouve placée vers le milieu de son épaisseur. Il en résulte encore que plusieurs des étoiles qu'on avait toujours considérées comme fixes, présentent en réalité un mouvement propre très sensible et que ce mouvement est en général dirigé dans le même sens pour tous ces astres.

Les observations modernes tendent à nous montrer que le soleil avec toutes les planètes se déplace lui-même dans l'espace, et qu'il semble ainsi tourner autour d'un autre soleil central, qui réglerait le mouvement de notre soleil et de son système de la même manière que le soleil lui-même préside aux mouvements des planètes. Le système solaire tout entier ne serait alors qu'une partie intégrante d'un autre système de corps célestes d'un ordre plus élevé. Les groupes d'étoiles très rapprochées et les nébuleuses formées d'une accumulation d'étoiles imperceptibles à l'œil nu ne sont peut-être que des systèmes semblables de soleils circulant autour du centre commun du groupe auquel ils appartiennent, et tous ces systèmes ensemble circulent autour d'un centre général, celui de l'univers.

« C'est de ce centre des centres, c'est de ce centre de la création que partent tous les mouvements; et là se trouve la grande roue dans laquelle s'engrènent toutes les autres. Delà, en un mot, sont dictées les lois par lesquelles l'univers est gouverné et maintenu, ou plutôt toutes ces lois se réduisent à une loi très simple (1). »

Si l'on suppose maintenant que la matière nébulaire, répandue dans l'espace universel, ait eu dès l'origine un mouvement de rotation sur elle-même, on pourra concevoir que cette matière, par l'effet du refroidissement et des lois de l'attraction, ait dû tendre à se contracter, et que cette contraction ait amené par la suite la formation des divers corps célestes; on pourra concevoir également que les mouvements qu'on observe encore dans les

(1) Lambert, *Système du monde*, chap. 7, 2e édition.

étoiles, et le mouvement général du soleil et des planètes dans une même direction, ne soient que le résultat du mouvement de rotation, imprimé à toute la masse nébulaire à l'origine.

Mais ce mouvement primitif lui-même, que la science ne saurait guère expliquer, ne pouvait être imprimé que par la main du Tout-Puissant Créateur. Mais la contraction devait être aussi réglée par l'intelligence suprême que la science est obligée d'invoquer et qui avait tout disposé dès le principe pour la perfection de son œuvre. La masse nébulaire renfermait les éléments de tous les corps, et ces éléments, maintenus à l'état gazeux par un certain état de température, pouvaient se trouver juxta posés sans manifester encore des réactions chimiques particulières. Cependant, dès le principe, la distribution et la constitution de cette masse ne sont pas abandonnées au hasard; déjà la main du Créateur avait tout réglé avec poids, mesure et nombre. Il avait, à des distances *mesurées*, fixé la position des noyaux, des centres d'attraction des corps célestes; il avait mis à la place de ces noyaux les divers éléments matériels en *poids* et en *nombre*, en quantités déterminées et requises pour qu'il en résultât les centres d'attraction que la théorie suppose. Plus tard, la condensation produite par le rayonnement de la chaleur à la surface élève la température de la masse interne; elle détermine d'abord et favorise ensuite les réactions chimiques des divers éléments dont la masse est composée; delà la formation distincte des noyaux ou des centres d'attraction, la précipitation de la matière environnante sur les noyaux eux-mêmes et, par conséquent, la rupture, le fractionnement de la masse primitive, l'origine et le développement progressif des diverses nébuleuses. On peut aussi concevoir que la nature diverse des éléments, ou des conditions diverses d'étendue et de densité aient pu produire les différences qu'on observe dans les degrés de condensation auxquels ces nébuleuses sont arrivées de nos jours.

VI. Dans la théorie cosmogonique de Laplace, le soleil et toutes les planètes ne sont d'abord qu'une nébuleuse immense, qui est animée d'un mouvement de rotation sur elle-même et qui se contracte progressivement. Les planètes se forment aux dépens de la matière que la nébuleuse solaire abandonne successivement aux limites de son atmosphère, aux points où la force centrifuge et l'attraction exercée par toute la masse se font équilibre. Chacune des planètes est d'abord une masse de matière nébulaire de forme annulaire, laquelle se concentre ensuite et prend la figure d'un sphéroïde.

C'est ainsi que se forment successivement toutes les planètes supérieures et enfin la terre elle-même.

Ainsi le globe que nous habitons constituait alors une masse sphéroïdique où tous les éléments étaient maintenus à l'état de fluides élastiques par la chaleur. La déperdition de la chaleur qu'éprouve la masse gazeuse par le rayonnement à la surface et les réactions chimiques qui se passent dans son intérieur, amènent la formation du noyau terrestre et la précipitation sur ce noyau des éléments les plus denses renfermés dans toute la masse. Ces éléments passent d'abord avec ceux du noyau lui-même, de l'état de fluide élastique à l'état liquide et le noyau liquide, en se refroidissant ultérieurement, se recouvre d'une écorce solide. L'atmosphère qui l'enveloppe de toutes parts renferme encore, à l'état de vapeurs, et toute la masse des eaux et même un grand nombre de corps qui n'existent aujourd'hui qu'à l'état solide ou liquide. Plus tard, ces dernières matières se précipitent également; et enfin le globe terrestre arrive à un tel degré de refroidissement que les eaux elles-mêmes puissent s'y maintenir à l'état liquide.

Dès ce moment, se trouve établie cette économie admirable qui devra maintenir dans toute la suite des temps, pour les besoins des habitants futurs du globe, la présence des eaux. Désormais il est pourvu à ce qu'une partie des eaux se maintienne constamment sur le globe lui-même et qu'une autre partie, destinée à réparer les pertes de la première, soit conservée dans le milieu aériforme qui environne le globe; désormais ce milieu atmosphérique, débarrassé des éléments des matières minérales qu'il renfermait jusqu'alors, devra être approprié de plus en plus à l'existence des êtres organisés. C'est à la formation de cette atmosphère, à la séparation qui s'effectue entre les eaux coulant à la surface de la terre et celles qui sont contenues à l'état de vapeurs dans l'atmosphère et qui, venant à s'accumuler dans les nuages, semblent constituer ces trésors dont la Providence divine s'est réservé la dispensation pour répandre sur la terre la fécondité et l'abondance ou pour la frapper de stérilité; c'est à cette séparation, à la formation de l'atmosphère, qu'on peut rapporter les paroles de l'auteur sacré : *qu'un firmament se fasse au milieu des eaux et qu'il sépare les eaux supérieures des eaux inférieures.*

Dans l'interprétation que nous venons de supposer, l'auteur sacré aurait passé sous silence l'indication des diverses transformations cosmogoniques qui, d'après la théorie, ont précédé la formation de notre globe. Après avoir

rapporté d'une manière générale que le ciel et la terre, c'est-à-dire, les éléments de tous les corps de l'univers ont été créés par le Tout-Puissant, après avoir, par la désignation de l'Esprit de Dieu, par la mention spéciale de la manifestation de la lumière, indiqué les grands agents que le Créateur a employés dans la production de son œuvre, l'auteur sacré passe immédiatement à décrire les divers changements qui ont eu pour effet de préparer la terre en particulier pour en faire la demeure de l'homme.

Cependant on pourrait encore expliquer les premiers versets de la Genèse d'une autre manière. L'auteur que nous avons déjà cité plusieurs fois propose au sujet du *firmament*, dont il est question dans le sixième verset, une explication qui est au moins très-ingénieuse. Il suppose que le firmament qui se fait au milieu des eaux, désigne la condensation primitivement opérée au centre de la matière fluide de la création, au milieu des eaux de l'abîme universel, et que la séparation de ces eaux, indiquée dans la Genèse, représente la division de l'abîme universel unique en agglomérations distinctes, en abîmes distincts et séparés pour constituer le ciel ou les divers systèmes célestes (1).

Après avoir développé les théories cosmogoniques de Laplace et d'Herschel, nous avons rappelé (p. 114 et 131) les difficultés principales qu'on peut soulever contre ces théories, cependant nous croyons, avec M. Arago, que, malgré ces difficultés, les conjectures de ces grands astronomes sont les seules qui, par leur grandeur, leur cohérence, leur caractère mathématique puissent être vraiment considérées comme formant une cosmogonie physique. Nous croyons d'ailleurs avoir montré que ces conjectures sont parfaitement conformes aux notions que la foi et la raison nous donnent de l'œuvre du tout-puissant Créateur. Néanmoins, si les raisons qui militent en faveur de ces théories ne paraissaient pas assez concluantes et que, laissant de côté la recherche scientifique du mode de formation des corps célestes, on voulût se borner uniquement à considérer, d'après l'ensemble des observations géologiques, quel a été le mode de formation de notre globe en particulier, nous pourrions montrer encore que les conclusions de la géologie relativement au premier état de notre globe et aux changements qu'il a éprouvés successivement, peuvent également s'appliquer au récit de l'auteur inspiré.

(1) Godefroy, *La cosmogonie*, etc., p. 39

Ainsi les expressions de *terre invisible et informe*, des *eaux de l'abime* et *des ténèbres qui le recouvrent*, au lieu de se rapporter à l'état de la matière nébulaire universelle se rapporteraient à celui de notre globe en particulier. On conçoit en effet que le globe que la géologie nous représente à l'origine comme une masse fluide incandescente a dû, après sa première consolidation, ne présenter, pendant une période de temps très considérable, qu'un noyau environné d'une atmosphère très dense, et impénétrable à la lumière du soleil, et par conséquent, plongée dans les ténèbres. On peut supposer que les paroles de la Genèse : *que la lumière soit et la lumière fut*, se rapportent non pas à l'époque de la création de la lumière qui existait déjà auparavant ; mais au moment où l'atmosphère terrestre, privée déjà d'une partie des matériaux qui l'avaient obscurcie jusqu'alors, a permis aux rayons lumineux d'éclairer le globe. On peut aussi supposer, comme nous l'avons déjà fait plus haut, que la production du firmament appartient à une époque suivante où le refroidissement du globe était arrivé à un tel point que les eaux pussent se maintenir à l'état liquide à sa surface.

VII. Après la production du firmament, l'auteur inspiré continue en ces termes le récit détaillé de la production des œuvres du Créateur :

« Et Dieu dit : que les eaux qui sont sous le ciel se rassemblent en un seul lieu et que l'aride paraisse, et il en fut fait ainsi :

» Et Dieu appela l'aride, terre, et les rassemblements des eaux, il les appela mers. Et Dieu vit que cela était bon. »

Nous avons considéré ci-dessus le globe terrestre recouvert déjà d'une croûte solide, formée des substances minérales qui se trouvaient à sa surface, consolidées par le refroidissement. Nous avons supposé cette surface recouverte elle-même par les eaux qui avaient été jusqu'alors maintenues à l'état de vapeurs dans l'atmosphère. Les principes de la théorie s'accordent avec les observations directes pour nous montrer que la forme générale du globe est celle d'un sphéroïde aplati vers les poles et renflé vers l'équateur.

Mais la géologie nous montre également que les inégalités qui existent maintenant sur le globe, les collines et les montagnes, les vallées et les plaines et les bassins des mers n'ont pas toujours existé telles que nous les connaissons maintenant, mais que ces inégalités ont éprouvé, successivement et à plusieurs reprises, des changements très considérables. Il est naturel de supposer que la croûte solide, formée en premier lieu, présentait une surface à-peu-près unie, ou du moins, que les inégalités de cette surface

étaient peu considérables, de sorte que les eaux devaient envelopper à peu près complètement cette surface.

Cependant le progrès du refroidissement amenait dans l'écorce du globe des déchirements et des dislocations nombreuses. Des portions de cette écorce se soulevèrent au-dessus du niveau des eaux, tandis que d'autres s'abaissèrent au-dessous de ce même niveau. C'est ainsi que la science nous explique l'apparition de l'*aride* et la réunion des eaux auparavant répandues uniformément sur toute la terre, en un seul lieu, en une seule mer, ou plutôt, en plusieurs amas d'eaux, plusieurs mers, *congregationes aquarum*, *maria*, communiquant ensemble.

La parole sacrée nous indique ainsi que la distribution des eaux dans les lieux qui leur sont assignées spécialement et la formation des parties émergées au-dessus de ces eaux sont elles-mêmes réglées par la volonté du Créateur. Les opérations naturelles que la géologie nous révèle comme les agents de l'œuvre du Créateur; ces dislocations et ces déchirements si effrayants en eux-mêmes et si importants par leur résultat, le prophète royal nous les représente dans son langage sublime et prophétique : « L'abîme des eaux, dit-il, enveloppait la terre comme un vêtement : les eaux s'élevaient au-dessus des montagnes : à votre menace, elles ont fui; au bruit de votre tonnerre, elles se sont écoulées. Les montagnes s'élèvent et les vallées s'abaissent dans le lieu que vous leur avez fixé. Vous avez prescrit aux eaux des bornes qu'elles ne passeront point et elles ne reviendront plus inonder la terre. Vous faites jaillir les sources dans les vallées, vous faites couler les eaux entre les montagnes (1). »

Nous rappellerons encore l'interprétation que M. Godefroy a donnée de ce passage. Il suppose que *les eaux qui sont sous le ciel* y désignent la matière élémentaire encore à l'état de fluide aériforme, du globe terrestre en particulier. L'apparition de *l'aride* n'est alors que la consolidation de notre globe comme corps planétaire distinct. Il suppose ensuite que le verset suivant se rapporte au resserrement des eaux dans les bassins des mers et à l'émersion de la terre ferme au-dessus du niveau de la masse liquide (1).

(1) Psalm., c. ciii, 6-11.

(1) M. Godefroy admet que la consolidation du globe terrestre a commencé par le centre et qu'elle n'a pas été déterminée par le refroidissement à la surface, mais par la pression exercée sur le centre par toute la masse. Il oppose également plusieurs difficultés contre la théorie de la chaleur centrale et de la fluidité primitive du noyau du

L'auteur sacré vient de retracer d'une manière sommaire la formation du ciel et de la terre. Il nous a montré ensuite la terre en particulier environnée de son atmosphère, et présentant la séparation des eaux et des terres fermes. Si plus tard la surface du globe doit éprouver encore de nouveaux changements dans la contexture et la disposition des matériaux qui composent l'écorce terrestre, tous ces changements seront le résultat des mêmes causes qui avaient déjà manifesté leur action antérieurement.

Cependant la nature manquait encore de son plus bel ornement; la vie n'avait pas encore apparu à la surface de notre globe. Voici en quels termes l'Ecriture nous annonce la première introduction des êtres vivants :

« Et Dieu dit : que la terre produise les plantes verdoyantes avec leurs semences, les arbres avec des fruits, chacun selon son espèce, qui renferment en eux-mêmes leur semence, pour se reproduire sur la terre : et il en fut ainsi.

« La terre produisit donc des plantes qui portaient leur graine suivant leur espèce et des arbres fruitiers qui renfermaient leur semence en eux-mêmes, suivant leur espèce; et Dieu vit que cela était bon.

« Il y eut un soir et un matin; ce fut le troisième jour.

VIII. Ce complément de l'œuvre du troisième jour ou de la troisième des grandes opérations de la puissance créatrice, avait eu pour objet de nous montrer la production des êtres du règne végétal, qui servent à parer et à embellir la terre. Dans l'œuvre du jour suivant, nous voyons le Créateur donnant aussi au ciel tel qu'il devait exister pour l'homme la parure et l'embellissement qui lui est propre, les étoiles *ces fleurs du ciel* (1), et le soleil et la lune, ces deux astres lumineux par excellence dont l'influence est la plus importante pour l'homme.

« Dieu dit aussi : qu'il y ait dans le ciel des corps lumineux qui divisent le jour d'avec la nuit et qu'ils servent de signes pour marquer les jours et les années :

« Qu'ils luisent dans le ciel et qu'ils éclairent la terre. Et il en fut fait ainsi.

« Et Dieu fit deux grands corps lumineux : l'un plus grand pour présider au jour : l'autre moins grand pour présider à la nuit; il fit aussi les étoiles.

globe. Les bornes que nous devons nous imposer ici ne nous permettent pas de discuter son opinion. La théorie qu'il attaque présente sans doute des difficultés; mais ces difficultés ne nous paraissent pas insolubles, ni suffisantes pour rejeter la théorie elle-même.

(1) Cœlum acceperat flores stellarum S. Basil. *Hexam.* Homil 7.

« Et il les plaça dans le firmament du ciel pour luire sur la terre,

« Pour présider au jour et à la nuit, et pour séparer la lumière d'avec les ténèbres. Et Dieu vit que cela était bon.

« Il y eut un soir et un matin : ce fut le quatrième jour. »

Ce n'est pas sans raison que les savants chrétiens ont fait remarquer que Moïse, en décrivant la formation du soleil comme postérieure à l'apparition de la lumière, s'écartait non-seulement de l'opinion vulgaire, mais encore de celle qui a été soutenue par les savants les plus distingués des temps modernes. Ils ajoutaient encore que cette seule observation qui peut fort bien s'expliquer dans la théorie des ondulations, théorie appuyée sur les découvertes les plus récentes, prouverait déjà que l'auteur sacré avait puisé ses connaissances à une source éminemment supérieure à la science de son époque.

Nous pourrons faire remarquer de plus que le récit de Moïse peut se concilier de la manière la plus parfaite avec la théorie cosmogonique. En effet la théorie suppose que la terre a fait primitivement partie de la nébuleuse solaire, que la portion de cette nébuleuse qui renfermait les matériaux de la terre, s'en est détachée à une certaine époque. La condensation opérée sur la nébuleuse isolée a formé par la suite notre globe ; mais en même temps la condensation qui se continuait également pour l'atmosphère solaire en a détaché progressivement de nouvelles portions qui ont servi à former les planètes inférieures jusqu'à ce qu'enfin l'atmosphère solaire se fût assez condensée pour réduire le soleil à l'état stationnaire qu'il devait avoir pour manifester les influences qu'il exerce sur notre globe. On conçoit d'après cela que le temps qui était nécessaire pour amener la terre à l'état que nous avons décrit ci-dessus aura pu être beaucoup moindre que celui qu'il a fallu pour que l'atmosphère solaire se resserrât dans ses limites actuelles, et, par conséquent, que la formation de la terre aura pu précéder également celle de l'astre du jour. On peut appliquer la même observation à la formation complète de la lune. Car, d'après la théorie, notre satellite était lui-même à l'origine une portion détachée de la nébuleuse terrestre et pour laquelle la période nécessaire pour en former la lune dans son état actuel a pu également être plus considérable que la période correspondante pour notre globe.

Mais, nous dira-t-on encore, l'astronomie démontre que la terre n'est qu'un point imperceptible dans le système de l'univers, elle nous indique l'analogie de notre globe avec les autres planètes ; de plus elle tend à nous montrer qu'il existe, en dehors du système planétaire dont nous faisons

partie, plusieurs autres systèmes semblables. Peut-on supposer, comme le récit de Moïse semble nous l'indiquer que tous ces corps célestes n'aient été placés dans le ciel que pour les besoins et l'avantage des habitants de la terre, qu'ils ne soient pas eux-mêmes habités par des êtres organisés peut être même plus parfaits que l'homme; et cependant le récit de Moïse ne fait aucune mention distincte des planètes, il n'indique qu'en deux mots le nombre immense des mondes dont l'astronomie tend à nous révéler l'existence dans les étoiles?

Pour répondre à cette question, nous ferons d'abord remarquer que, lors même que la pluralité des mondes habités serait une vérité reconnue et démontrée, le récit de l'auteur sacré ne devait pas être différent de celui que nous trouvons consigné dans son ouvrage.

En effet, comme le dit excellemment l'ange de l'école (1) : « Toute créature corporelle peut-être considérée comme ayant quatre motifs de sa création; elle est faite pour elle-même, elle est faite pour avoir un rapport d'infériorité, de supériorité ou d'utilité avec les créatures qui l'avoisinent le plus; pour avoir un rapport d'ensemble avec le reste du monde; elle est faite enfin comme manifestation de la puissance créatrice. L'historien moraliste n'est pas obligé de toucher et de développer tous ces motifs et, quand il en énonce un ou deux, il n'est pas censé pour cela nier les autres. Or Moïse, désirant préserver son peuple de l'idolâtrie, parle seulement du rapport d'utilité qu'ont les astres avec l'homme, habitant de la terre, il est vrai, mais plus noble que cette terre, lui qui a été fait à l'image de Dieu. Il considère donc surtout les astres dans leur rapport avec les hommes; et comme tout rapport des êtres était connu et voulu par la Providence, il a droit de dire que Dieu a fait les astres pour la terre, sans nier toutefois les autres motifs de leur création : *Vous n'avez vu*, leur dit-il, *aucune image au jour que le Seigneur votre Dieu vous a parlé en Horeb; de peur que, levant les yeux au ciel, et voyant le soleil, la lune et tous les astres du ciel, vous ne tombiez dans l'erreur et que vous n'adoriez et n'honoriez les choses que le Seigneur a créées pour servir à toutes les nations qui sont sous le ciel.* Or les astres sont utiles à l'homme sous trois rapports différents que Moïse rappelle au commencement de la Genèse : Ils l'éclairent et servent ainsi à le diriger dans ses opérations et à lui procurer la connaissance des êtres corporels; ils diversi-

(1) *Summa*, q. 70, a. 2.

fient le cours monotone du temps, ils contribuent à entretenir sa santé et à lui procurer ce qui lui est nécessaire pour sa subsistance, en ramenant les saisons et fixant les époques; enfin leur éclat ou leur absence indique à l'homme les variations atmosphériques et les temps les plus convenables à certains travaux. »

Quant à la question si réellement il existe d'autres mondes habités comme le notre, la solution que l'on donne à cette question est tout-à-fait indifférente au point de vue de la Religion et l'on peut soutenir l'affirmative sans se mettre en opposition avec aucune des vérités que la Religion nous enseigne (1).

Le passage de St Thomas que nous venons de rapporter répond encore à une autre objection qu'on a faite contre le récit de la Genèse: c'est que Moïse en nous représentant le soleil et la lune comme deux grands corps lumineux, tandis qu'il ne signale que par un seul mot toutes les étoiles, serait tout-à-fait en opposition avec les connaissances astronomiques les plus simples, puisqu'il est bien reconnu que les dimensions de la lune sont très peu considérables eu égard à celles des autres corps célestes et que les dimensions des étoiles excèdent encore très notablement celles du soleil. En effet, il est évident que l'auteur inspiré n'a pas eu en vue de nous donner des notions scientifiques sur la grandeur absolue des divers corps célestes; mais qu'il a rapporté en particulier la formation du soleil et de la terre à cause de leur importance pour notre globe. Car il ajoute expressément les fonctions que ces astres remplissent à cet égard et surtout celle qui consiste à diviser le jour d'avec la nuit et de marquer les temps, les jours et les années. Or, de l'avis de tout le monde, ce sont le double mouvement apparent du soleil et le mouvement et les phases de la lune qui ont fourni les bases du calendrier et de la chronologie chez tous les peuples civilisés.

VIII. L'auteur de la Genèse rapporte ensuite la production des animaux

(1) « Mais tous ces globes lumineux qui roulent sur nos têtes sont-ils habités ou ne le sont-ils pas? c'est sur quoi Moïse n'a pas satisfait notre curiosité. Dans cette matière, les opinions sont libres; nous ne disons pas que les astres soient peuplés d'hommes comme nous, nous n'en savons rien; mais enfin vous paraît-il étrange que la terre qui n'est qu'un point dans l'immensité soit seule habitée et que le reste de l'univers ne soit qu'une vaste solitude? Aimez-vous à parler dans le soleil, dans la lune, dans les planètes et les mondes étoilés, des créatures intelligentes, capables de connaître et de glorifier le Créateur? La religion ne vous défend pas d'embrasser cette opinion. » Frayssinous, *Défense du christianisme ou conférences*, etc. Louv. 1825, t. II, p. 54. Voyez aussi Comte de Maistre, *Soirées de St Pétersbourg*. Anvers 1821, t. 2, p. 330.

et enfin la formation de l'homme. Nous rappellerons d'abord la partie de son récit qui concerne la production du règne animal.

« Dieu dit encore : Que les eaux produisent des animaux qui nagent dans l'eau et des oiseaux qui volent sur la terre, sous le firmament du ciel.

« Dieu créa donc les grands poissons et tous les animaux qui ont vie et mouvement, que les eaux produisirent chacun selon son espèce; et il créa aussi tous les oiseaux, chacun selon son espèce. Et il vit que cela était bon.

« Et il les bénit en disant : Croissez et multipliez-vous et remplissez les eaux de la mer; et que les oiseaux se multiplient sur la terre.

« Et il y eut un soir et un matin; ce fut le cinquième jour.

« Dieu dit aussi : Que la terre produise des animaux vivants chacun selon son espèce, les animaux domestiques, les reptiles et tous les autres animaux de la terre selon leurs différentes espèces. Et cela se fit ainsi.

« Dieu fit donc tous les animaux de la terre selon leurs espèces, les animaux domestiques et tous les reptiles de la terre, chacun selon son espèce. Et Dieu vit que cela était bon. »

Nous allons traiter succinctement les questions importantes que soulève l'examen du récit de la Genèse concernant la production des êtres organisés et la conciliation des théories de la science avec ce même récit.

Il est digne de remarque que l'auteur de la Genèse rapporte la production du règne végétal au troisième jour et cela antérieurement à la formation du soleil, tandis qu'il rapporte ensuite la production des poissons et des oiseaux au cinquième jour et seulement au jour suivant celle des reptiles terrestres et des mammifères.

Nous avons déjà fait observer que nous ne sommes pas obligés de voir dans le récit de la Genèse la représentation historique des grands événements qui se sont succédés dans la formation du monde. Si donc la science pouvait démontrer que la production du règne végétal, la formation du soleil, ou plutôt l'appropriation définitive de cet astre aux fonctions qu'il remplit pour notre globe, et enfin la production des divers animaux ne se sont pas effectuées dans l'ordre de succession que la Genèse assigne, le récit de l'Ecriture ne devrait pas nous empêcher d'admettre les conclusions de la science. Voyons maintenant quels sont les résultats obtenus par la science à cet égard.

Examinons donc si, d'après les données scientifiques, nous pouvons ad-

mettre que l'apparition des végétaux a précédé en effet la formation complète du soleil, et que la production des animaux marins et des oiseaux a été antérieure à celle des animaux terrestres.

Il serait d'abord difficile de prouver que la présence du soleil, tel qu'il existe actuellement, a été une condition indispensable pour la vie du règne végétal pendant les périodes de la géologie. Le développement extraordinaire des végétaux enfouis dans les formations les plus anciennes pourrait même nous porter à croire qu'il a fallu une lumière bien plus intense que la lumière solaire. « Peut-être, dit M. de Candolle, trouvera-t-on un jour que le magnétisme terrestre et une haute température du globe ont pu produire jadis une lumière inconnue maintenant; peut-être découvrira-t-on que les aurores boréales ont été une fois beaucoup plus fréquentes et plus intenses que dans notre époque : tout cela est hypothèse pour le moment : ce qui me paraît toujours certain, c'est que les végétaux fossiles de la baie de Baffin étaient éclairés autrement que ceux qui vivent de nos jours dans cette région. »

Or, si l'on admet que la terre était arrivée à un degré de température assez peu élevé pour permettre aux végétaux de vivre à sa surface, avant que le soleil lui-même ne fût arrivé à son état actuel, on peut supposer également que la surface du globe réunissait alors des conditions beaucoup plus appropriées à l'entretien de la vie végétale que toutes celles que nous connaissons actuellement et par conséquent, que les premiers végétaux auront pu apparaître et se développer sans avoir besoin de l'influence que le soleil exerce maintenant sur ces êtres.

Pour ce qui regarde la question si la production des végétaux a précédé celle des animaux, ni la connaissance que nous avons des lois de la nature, ni les observations ne sauraient pas décider cette question d'une manière complète. Les lois qui maintiennent et qui régissent l'harmonie admirable que nous observons dans les trois règnes de la nature, nous montrent bien que les animaux n'ont pas pu exister avant les végétaux; puisque les premiers se nourrissent aux dépens du règne végétal, qui est lui-même entretenu par les éléments qu'il emprunte à la nature inerte. Mais il aurait pu se faire que les végétaux et les animaux aient été introduits sur la terre vers la même époque. Si nous consultons maintenant les observations géologiques, nous remarquons que les plus anciens animaux marins se rencontrent dans ces mêmes divisions des couches de transition les plus inférieures, où l'on

rencontre les premiers restes végétaux ; ce qui porterait à la vérité à croire que l'apparition des êtres de ces deux règnes a été contemporaine. Mais cette présomption ne saurait guère être regardée comme démontrée d'une manière absolue et complète ; surtout lorsqu'on considère que quelques-unes des conditions les plus favorables au développement prodigieux des premiers végétaux devaient agir sur les animaux d'une manière inverse. Nous pouvons donc supposer avec fondement que l'apparition des végétaux a précédé et peut-être même d'une période de temps très considérable celle du règne animal.

Enfin quant à la succession des divers animaux eux-mêmes, nous avons rappelé ci-dessus, (page 45), que ceux de ces êtres dont on retrouve les débris dans les roches les plus anciennes sont des polypiers, des mollusques, des trilobites, puis des poissons, ensuite des reptiles marins et enfin dans les formations plus récentes des mammifères. Les débris fossiles des oiseaux se montrent jusque dans les terrains secondaires inférieurs, notamment, dans le grés bigarré du Connectitut. On conçoit d'ailleurs que les circonstances favorables à la fossilisation devaient se présenter beaucoup plus difficilement pour des animaux vivant dans l'atmosphère que pour les animaux marins et, par conséquent, que cet argument négatif ne suffit pas pour conclure que l'existence des oiseaux ne remonte pas à une époque encore plus ancienne.

Les observations de la science s'accordent donc en général à nous montrer que l'apparition des animaux marins et même celle des oiseaux, a précédé celle des animaux terrestres.

Il résulte aussi de ces observations une conclusion très importante que nous avons eu déjà l'occasion de présenter et sur laquelle nous devons revenir encore : c'est que les familles, les genres et souvent même les espèces des animaux de la même classe qu'on rencontre dans les divers terrains varient en général, lorsqu'on passe de l'un à l'autre de ces terrains. Cette observation est surtout remarquable pour les poissons fossiles. Ainsi les poissons tertiaires, qui sont fort nombreux se rapprochent en général beaucoup des poissons vivants. Les espèces de la craie appartiennent pour plus de deux tiers à des genres qui ont entièrement disparu. Au-dessous de la craie, il n'y a plus un seul genre qui ait des espèces vivantes et ceux de la craie même qui ont des représentants vivants comptent en général un plus grand nombre de fossiles. A partir de la série oolitique et en descendant toujours,

les deux ordres qui prévalent dans la création actuelle, les cycloïdes et les cténoïdes ne se retrouvent plus, tandis que ceux qui sont en minorité de nos jours se présentent subitement en très-grand nombre. Parmi les ganoïdes, ce sont les genres à caudale symétrique que l'on trouve ici et, parmi les placoïdes, ce sont surtout ceux à dents sillonnées sur leurs deux faces et à grands rayons épineux, les hybodontes, qui prévalent. Chacun des terrains inférieurs est ensuite caractérisé par une association particulière de poissons d'une organisation très-remarquable et qui diffère beaucoup de celle qu'on trouve aujourd'hui dans ces animaux (1).

Pour expliquer les faits généraux que nous venons de rappeler, quelques savants ont supposé qne les êtres organisés formés en premier lieu avaient une organisation très simple et que, par l'influence des causes physiques qui ont agi sur la terre pendant les périodes de la géologie, ces premiers êtres se sont modifiés par la suite et tranformés en d'autres êtres successivement de plus en plns parfaits. Les êtres actuels des classes les plus élevées ne seraient ainsi qne les descendants des êtres les moins parfaits qui ont apparu les premiers sur notre globe.

Nous avons déjà montré (p. 49) que cette prétendue transformation des êtres n'est appuyée sur aucune prenve scientifique. Au contraire, toutes les observations de la géologie s'accordent à nous prouver que les diverses espèces des êtres organisés, à plus forte raison, les genres, les ordres et les familles ne descendent pas les unes des autres, mais que les espèces ont eu dès l'origine, comme de nos jours encore, une existence fixe et invariable dans la nature. C'est encore la même conclusion que M. Agassiz a déduite de l'ensemble de ses observations sur les poissons fossiles. Cette étude lui a prouvé «que les poissons ont été très nombreux dès leur apparition, qu'ils ont appartenu, de prime-abord, à des familles très-différentes, et que les types qui se sont succédé dans cette classe ne descendent pas plus les uns des autres, par voie de transformation ou de génération directe, que les diverses classes du règne animal tout entier. »

Nous sommes donc obligés d'admettre, avec le très-grand nombre des naturalistes, que les divers êtres organisés ont été doués, dès le commencement de leur existence, des caractères spécifiques qui leur appartenaient en

(1) Agassiz, *sur les poissons fossiles*, *Annales des sciences naturelles*, novembre 1844.

propre et dans une harmonie parfaite avec les conditions dans lesquelles ils ont vécu. Les faits observés nous montrent encore que les êtres appartenant aux différentes formations n'ont pas été créés tous à la fois et en même temps, mais qu'ils ont apparu successivement pendant la période correspondante à chacune de ces formations.

Revenons maintenant à l'explication des paroles de la Genèse. Nous y remarquerons d'abord que l'apparition des êtres organisés nous y est présentée non point comme une œuvre de création. L'auteur sacré ne dit pas que les végétaux et les animaux furent créés immédiatement ou tirés du néant, mais il dit expressément que la terre *produisit*, que les eaux *produisirent* les êtres organisés.

D'ailleurs St Augustin enseigne que les paroles du Créateur : *que la terre produise, que les eaux produisent* ne se rapportent pas à l'époqne où les êtres organisés apparurent en effet, mais à cet instant primitif où le Créateur déposa dans le sein de la matière qu'il appelait à l'existence les principes de tous les êtres qui devaient en sortir un jour. Dès ce moment le Tout-Puissant avait fixé les lois qui devaient régler le développement de son œuvre, l'éclosion successive des germes qu'il avait créés et qui existaient déjà d'une certaine manière dès le principe. Mais, en vertu de ces mêmes lois, ces germes exigeaient, pour se développer, la réunion de circonstances particulières et appropriées à la vie de chacun des êtres. On conçoit d'après cela que, la surface du globe ayant passsé successivement par des états différents, les êtres organisés qui ont peuplé la terre aux diverses époques géologiques devaient présenter également des différences plus ou moins considérables et qui étaient en rapport avec l'état physique du globe à chaque époque. Les changements considérables que ce dernier état a éprouvés successivement nous expliquent encore la destruction de ces générations nombreuses qui ont peuplé la terre pendant les époques géologiques.

Enfin, le fait intéressant que les diverses contrées du globe présentent en général des végétaux et des animaux particuliers, l'existence des *centres de création*, confirmée de plus en plus par les observations de la géographie botanique et zoologique, cette existence nous indique, de nos jours même, l'application des principes que nous venons de poser pour les diverses créations des époques géologiques. A ces anciennes époqnes comme de nos jours, le Tout-Puissant répandait avec profusion sur la surface de notre globe le mouvement et la vie qui en font le plus bel ornement. Toujours et partout

la production des êtres animés, qui nous rappellent, sous tant de rapports, la bonté, la sagesse et la puissance du grand auteur de toutes choses, a été subordonnée à des lois fixes et constantes, lois de bien-être et de perfection pour chaque être en particulier, lois d'ordre et d'harmonie pour l'ensemble de tous les êtres.

On peut se demander maintenant quel était le mode d'existence des germes des êtres organisés, avant que ces êtres n'eussent apparu sur la terre. Mais ici la science est obligée de reconnaître son impuissance. Ont-ils existé tout formés depuis la première existence de la matière? Mais alors comment ont-ils pu résister à la haute température qu'ils ont dû éprouver jusqu'à ce que la terre fût suffisamment refroidie pour leur développement; ou bien, ne se sont-ils formés, aux dépens des éléments de la matière inerte, qu'après que la terre elle-même était déjà arrivée à ce dernier état? Mais encore, dans cette supposition, comment ces germes ont-ils pu se développer, alors que les conditions qui sont aujourd'hui indispensables pour la conservation et le développement des germes, étaient impossibles?

Nous n'entreprendrons pas de répondre à ces questions; nous ferons cependant remarquer que même dans l'état actuel de la nature, la propagation des êtres animés est encore un mystère impénétrable pour la science. Pour nous borner à un seul point, comment se fait-il que l'œuf du polype, celui du poisson et du mammifère, dans lesquels ni la physique ni la chimie ne saurait nous montrer la moindre différence, présentent cependant, dans la série complète de leur développement, des différences si considérables? Ce fait constaté par l'observation et plusieurs autres tout aussi inexplicables sont cependant le résultat des lois que le Créateur a établies pour maintenir et conserver l'ordre actuel de la nature. Nous pouvons donc admettre également que le premier établissement de cet ordre et en particulier l'apparition des végétaux et des animaux ont été également réglés par des lois fixes et déterminées, lors même qu'il nous est impossible de déterminer quelles étaient ces lois; nous pouvons admettre, avec St Augustin, que ces lois, ces raisons séminales, étaient établies dès le moment de la création et que la production des divers êtres en particulier n'a été que le développement de la première œuvre de la puissance créatrice.

Ainsi, non-seulement la science nous montre que la production successive des diverses créatures s'est effectuée dans l'ordre assigné par nos saintes Ecritures, mais encore la religion et la science s'accordent à nous montrer

que dès le premier instant l'œuvre de la création était en même temps, et seulement commencée quant à l'apparition réelle des divers êtres, et achevée et complète à cause de la perfection des causes créées qui devaient amener plus tard cette apparition. Les diverses transformations que la théorie suppose, les phénomènes nombreux et si variés qui ont eu pour effet de former notre globe et les autres corps de l'univers, la simplicité des lois qui ont présidé à ces phénomènes, le fait des créations successives des êtres organisés en rapport avec les divers états du globe, tous ces résultats obtenus par la science ne sont, en quelque sorte, que l'application et la confirmation des grands principes que nous avons posés d'après les docteurs de l'Eglise.

IX. Il nous reste encore à présenter quelques remarques par rapport au récit de l'Ecriture en ce qui concerne la production du premier homme.

L'auteur inspiré nous représente cette production comme la dernière des œuvres du Tout-Puissant, celle qui complète et couronne la création entière. Or, nous avons déjà vu (p. 83) que la science nous montre également que l'apparition de l'homme sur la terre date d'une époque récente, qu'elle est postérieure aux grands bouleversements qui ont tant de fois agité la surface du globe. La science nous indique que ces bouleversements ont été les grands agents de la sagesse suprême pour approprier la terre aux besoins et aux jouissances des habitants futurs du globe.

Nous rappellerons encore un autre point du récit de l'Ecriture qui mérite notre attention. D'après la parole sacrée, Dieu forma le corps de l'homme du limon de la terre (1). Le corps humain, ce chef-d'œuvre de la création matérielle, est tiré de la terre; il n'est que poussière et il retournera en poussière (2). Il est dit d'ailleurs que la terre produisit les végétaux et les animaux terrestres. Ainsi les végétaux, les animaux et l'homme nous sont représentés comme formés aux dépens d'une même substance, et cette substance c'est la terre elle-même. Or la chimie moderne nous démontre en effet dans tous les êtres organisés une analogie de composition très-remarquable : ainsi les végétaux sont formés principalement de carbone, d'oxigène et d'hydrogène ; le corps de l'homme et ceux des animaux sont formés des mêmes principes, auxquels vient se joindre l'azote, plus encore de soufre, de phos-

(1) Formavit igitur Deus hominem de limo terræ, et inspiravit in faciem ejus spiraculum vitæ, et factus est homo in animam viventem. *Gen.* II, 7.

(2) Donec revertaris in terram, de qua sumptus es : quia pulvis es et in pulverem reverteris. *Gen.* III, 19.

phore, de fer, de potasse, de soude et surtout de chaux. C'est la chaux en particulier qui forme la base des os, des parties solides du corps, de celles qui résistent le plus longtemps à la décomposition. La chimie nous montre en outre que ce sont les mêmes principes qui composent une partie très-considérable des êtres du règne minéral, de ceux dont la réunion constitue la *terre* elle-même.

Cependant, malgré cette analogie frappante entre l'homme et les êtres organisés, la raison et la foi nous démontrent également l'excellence et la supériorité de l'homme au-dessus de tous les autres êtres créés. Aussi le récit de la Genèse est-il bien propre à nous rappeler cette excellence. Nous y voyons que toutes les créatures ont été faites sur un seul ordre de la parole créatrice, que les êtres organisés eux-mêmes apparaissent sur un tel ordre et que c'est la terre et les eaux qui produisent ces êtres. Mais, lorsqu'il est question de l'homme, c'est la divinité qui opère elle-même et immédiatement pour faire, à son image et à sa ressemblance, cette créature privilégiée. C'est Dieu lui-même qui façonne le corps de l'homme, tiré du limon de la terre, qui anime ce corps de boue d'un soufle de sa bouche divine pour en faire un être vivant et animé. Nous n'avons pas besoin de faire remarquer que l'auteur inspiré, en se servant de ces expressions empruntées au langage et à la manière d'agir ordinaire des hommes, a voulu marquer que la formation de l'homme était surtout et de préférence à toutes les autres, une œuvre de prédilection de la part du Créateur. Nous avons vu d'ailleurs (p. 24) que St. Augustin applique aussi à la formation de l'homme les principes que nous avons développés ci-dessus. Il enseigne que l'homme, venu le dernier et après tous les autres êtres, était lui-même créé dès le principe, qu'il existait dès-lors dans le monde d'une certaine manière et que son apparition dans le temps a eu lieu de la manière réglée et déterminée par le Créateur dès l'origine, qu'elle n'a été que le développement de l'œuvre de la Toute-Puissance divine, œuvre une et indivisible, achevée et complète dès le premier moment.

X. Nous venons de montrer que l'on peut concilier, et même de plusieurs manières, les théories de la cosmogonie et de la géologie avec le récit que l'Ecriture nous donne de l'œuvre de la création et de la formation détaillée des divers êtres. Les données de la science nous présentent ainsi une explication particulière des paroles du texte sacré. Cependant, si nous nous rappelons les règles posées par St. Augustin pour l'interprétation des saintes Ecritures

(p. 28), nous nous garderons bien d'accorder à l'une quelconque de ces explications scientifiques une importance illimitée et exclusive. En effet, si d'un côté la diversité même des interprétations particulières données par les docteurs de l'Eglise nous indique que le sens des paroles sacrées n'est pas déterminé d'une manière absolue, d'un autre côté les théories de la science ne sont pas tellement démontrées qu'on ne puisse y opposer des difficultés très-graves, et d'ailleurs on ne saurait guère assurer que ces théories soient elles-mêmes le dernier mot de la science par rapport aux grandes questions qui se rattachent à l'origine et à la formation des divers êtres. Ce que nous avons voulu montrer principalement et ce qui résulte clairement de nos développements, c'est que les vérités de la Religion nous permettent de rechercher aussi, d'après les données de la science, le mode de formation des êtres de l'univers et que les résultats obtenus à cet égard sont tout-à-fait en harmonie avec les principes posés, il y a plus de quatorze siècles, par les docteurs de l'Eglise sur la philosophie de la nature.

Nous croyons maintenant avoir rempli plus qu'abondamment la tâche que nous nous étions imposée, savoir, de montrer l'accord des théories scientifiques par rapport à la formation de la terre et de l'univers avec la doctrine des Sts Pères. En effet nous avons vu que, dans cette doctrine comme dans celle de la science, on admet que tous les êtres se sont formés aux dépens d'une matière élémentaire, cosmique, créée dès l'origine, et que l'on peut supposer que la formation distincte et complète de ces êtres a eu lieu d'après des lois générales créées avec la matière elle-même. Nous avons montré que l'on peut admettre encore que les divers changements qui ont eu pour effet d'amener l'ordre actuel, se sont accomplis en effet pendant les périodes de temps incalculables que réclament les savants modernes. De plus, nous avons vu que les explications fournies par la science moderne peuvent s'adapter avec la plus grande facilité aux détails du récit de l'auteur sacré par rapport à la production des diverses créatures, aux œuvres particulières des six jours de la Genèse.

Nous sommes donc en droit de dire aux géologues : « Continuez à fouiller les entrailles de la terre ; interrogez les monuments grandioses des opérations primitives de la Divinité pour la formation et l'arrangement de notre globe ; faites renaître à la lumière ces êtres organisés si remarquables qui ont peuplé la terre depuis les époques les plus reculées ; montrez-nous,

dans ces créations anciennes, les grandes lois d'harmonie et d'ordre qui président encore à la création moderne ; invoquez toutes les ressources des découvertes de la science pour rechercher quelles sont les forces que le Créateur a mises en jeu pour former les masses minérales qui composent la charpente solide de notre globe; augmentez tant que vous voudrez l'intensité de ces forces; multipliez les périodes et les siècles pour laisser agir ces forces; remontez aussi loin que vous le pourrez pour découvrir quel a été l'état initial de notre planète. »

Nous pouvons dire de plus aux astronomes :« Remontez plus haut encore, montrez-nous ce qui a précédé la formation de notre globe lui-même; sondez de plus en plus les secrets des cieux, pénétrez ces grands mystères que vous n'avez fait qu'entrevoir, essayez de déchirer entièrement le voile qui dérobe à nos regards les harmonies des corps célestes et que vous n'avez fait que soulever; dites-nous l'histoire de tous ces mondes dispersés dans les immensités de l'espace. La Religion ne s'oppose pas à vos recherches, elle laisse la carrière libre à vos spéculations, elle vous permet de disposer et des siècles que vous réclamez et de l'énergie plus grande des agents naturels que vous invoquez encore. Et, ce qui plus est, lorsque vous serez arrivé au bout de vos recherches, lorsque les faits primitifs et les lois que vous aurez constatées vous présenteront une barrière infranchissable pour des investigations ultérieures, lorsque vous aurez démêlé les rouages nombreux et variés qui ont concouru à former le monde et ceux qui le maintiennent, la Religion vous viendra en aide, elle vous apprendra à connaître le grand moteur de ce vaste système, dont la science vous démontre l'existence, mais dont elle est loin de pouvoir vous faire connaître, par elle seule et d'une manière suffisante, les adorables perfections. Lorsque vous voudrez sonder l'abîme du chaos primitif et que vous essayerez de dissiper l'obscurité profonde qui enveloppe la première origine de toutes choses, la Religion vous montrera quelle est la parole toute-puissante qui a appelé les êtres du néant à l'existence, quelle est l'intelligence qui a conçu le plan de la création, quelle est la main qui l'a exécutée, qui la maintient et la dirige; elle vous dira qu'en nous initiant de plus en plus à la connaissance des merveilles de la nature, vous chantez le plus bel hymne à la louange du Créateur. »

Il résulte évidemment de ces considérations que la Religion n'est pas hostile à la science, qu'elle ne s'oppose pas à ses recherches. Nous croyons qu'il

ne sera pas inutile de montrer ultérieurement que la Religion elle-même encourage au contraire ces investigations, qu'elle les ennoblit en nous proposant pour motif non point le désir de satisfaire une vaine curiosité, mais celui de contribuer de nos faibles efforts à faire éclater de plus en plus les marques si frappantes de la puissance, de la sagesse et de la bonté que le Créateur a empreintes sur toutes ses œuvres. Ainsi non-seulement les Pères de l'Eglise exposaient dans leurs instructions religieuses les merveilles de la création d'après les connaissances scientifiques de leur époque; mais l'Ecriture Sainte elle-même nous retrace en plusieurs endroits la grandeur et la beauté des œuvres du Créateur. La Religion nous propose ces divins enseignements pour nous élever, par la connaissance des perfections visibles des créatures, à la contemplation des perfections invisibles de leur auteur. Elle n'ignore pas que tout dans la nature est réglé avec intelligence par des lois fixes et constantes, que les rapports qui unissent les divers êtres sont des rapports de poids, de mesure et de nombre; mais elle ne se borne pas à nous faire considérer ces lois et ces rapports, elle nous fait remonter jusqu'à l'intelligence infinie, la cause première, la raison et la fin dernière de tous les rapports et de toutes les existences.

Elle nous dit avec le prophète : « Levez les yeux et voyez qui a créé tous ces astres, qui les fait marcher comme en ordre de bataille et les nomme chacun par son nom sans en omettre un seul dans sa puissance. Ne le savez-vous pas? Ne l'avez-vous pas entendu? Ne vous a-t-il pas été annoncé dès le commencement? N'avez-vous pas compris que les fondements de la terre ont été jetés par son ordre? Il s'assied sur le globe de la terre; c'est lui qui a suspendu les cieux comme une toile et qui les étend comme un pavillon, qui anéantit les investigateurs de ses secrets et qui réduit à rien les juges du monde. Qui est celui qui a mesuré l'immensité des eaux dans le creux de sa main, qui a pesé les cieux avec son poignet, et avec trois doigts toute la masse de la terre? Qui est celui qui tient les montagnes en équilibre et qui a mis les collines dans une balance? Qui a aidé l'esprit du Seigneur ou qui lui a servi de conseiller, et lui a montré dans ces grands ouvrages ce qu'il fallait faire? Toutes les nations sont devant lui comme une seule goutte d'eau dans tout un seau et comme un grain de poussière dans la balance : toutes les îles sont devant ses yeux comme le moindre grain de sable (1). »

(1) Isai. xl, passim.

Nous pourrions rapporter encore plusieurs autres passages de l'Ecriture qui ont rapport à la description des phénomènes de la nature. Nous pourrions citer ici presqu'en entier le livre de Job, écrit suivant l'opinion la plus probable avant la sortie des Hébreux de l'Egypte et, par conséquent, antérieur à tous les autres livres connus. Ce livre admirable décrit les merveilles de la nature avec une élévation de pensée et une majesté de style qui laissent loin derrière elles tout ce que l'esprit humain a jamais produit de plus accompli en ce genre. L'anatomie et la physiologie, les mœurs des animaux, la physique, la météorologie, l'astronomie, la géologie, tout cela se retrouve dans ce livre; il renferme sur toutes ces branches des notions qu'on pourrait croire empruntées aux découvertes modernes. Mais le grand principe de la science, la reconnaissance et la glorification de la cause suprême, se trouvent admirablement exprimées dans ce peu de mots où Job semble avoir voulu résumer tout ce qu'il a dit de la nature : « Interrogez les animaux des champs et ils vous instruiront; les oiseaux du ciel et ils vous apprendront. Parlez à la terre et elle vous répondra; et les poissons de la mer vous diront : qui ignore que tout a été fait par la main de Jéhova? Il a dans sa main la vie de tout ce qui respire et l'âme de tous les esprits créés (1). Tout ce que nous connaissons de ses œuvres n'est que comme une seule goutte d'eau comparée à la masse immense des mers, quel serait donc notre étonnement si la voix de son tonnerre nous publiait elle-même les merveilles et la grandeur de sa Toute-puissance (2). »

(1) Job. xii, 7-10.
(2) Ibid. xxvi, 14.



NOTES.

Nous croyons utile de donner le texte même des principaux passages des Sts Pères, sur lesquels nous nous sommes appuyés dans notre travail.

Première note de la page 5.

Intuere cœlum et terram et mare et quæcumque in eis vel desuper fulgent vel deorsum repunt vel volant vel natant; formas habent, quia numeros habent : adime illis hæc, nihil erunt. A quo ergo sunt, nisi a quo numerus; quandoquidem in tantum illis est esse, in quantum numerosa esse. Et omnium quidem formarum corporearum artifices homines in arte habent numeros quibus coaptant opera sua : et tamdiu manus atque instrumenta in fabricando movent, donec illud quod formatur foris, ad eam quæ intus est lucem numerorum relatum, quantum potest impetret absolutionem, placeatque per interpretem sensum interno judici supernos numeros intuenti. Quære deinde artificis ipsius membra quis moveat; numerus erit : nam moventur et illa numerose..... Transcende ergo et animum artificis ut numerum sempiternum videas; jam tibi sapientia de ipsa interiori sede fulgebit et de ipso secretario veritatis. S. August. *De libero arbitrio*, lib. II, c. 16.

Deuxième note de la page 5.

Sed etiam si hoc legamus et intelligamus, *quod factum est, in illo vita est;* manet ista sententia, ut id quod per ipsum factum est, vita esse in illo intelligatur, in qua vita vidit omnia, quando fecit; et sicut vidit, ita fecit : non præter seipsum videns, sed in seipso ita enumeravit omnia quæ fecit... Hæc omnia priusquam fierent erant in notitia facientis. Et utique ibi meliora, ubi veriora, ubi æterna et incommutabilia.... Porro, si noverat ea, priusquam fierent, apud illum erant eo modo nota, quo sempiterne atque incommutabiliter vivunt et vita sunt : facta autem eo modo, quo unaquæque creatura in genere suo est. *De Genesi ad litt.* lib. V, c. 15.

Troisième note de la page 5.

Mentes quippe rationales purgatæ gratia ejus, possunt pervenire ad ejusmodi visionem, qua nec superius quidquam sit, nec beatius. *Ibid.*, c. 14.

Note de la page 6.

Quamvis ergo illa æterna incommutabilisque natura, quod Deus est, habens in se ut sit, sicut Moysi dictum est, *Ego sum qui sum* (1); longe scilicet aliter quam sunt ista quæ facta sunt : quoniam illud vere ac primitus est quod eodem modo semper est, nec solum non commutatur sed omnino commutari non potest; nihil horum quæ fecit existens, et omnia primitus habens, sicut ipse est : neque enim ea faceret, nisi nosset antequam faceret; nec nosset nisi videret; nec videret nisi haberet; nec haberet ea quæ nondum facta sunt, nisi quemadmodum est ipse non factus : quamvis, inquam, illa substantia ineffabilis sit, nec dici utcumque homini per hominem possit

(1) Exod. iii, 14.

nisi usurpatis quibusdom locorum oc temporum verbis, cum sit ante remoto tempora et ante omoes locos, tamen propioquior nobis est qui fecit, quam multa quæ facta sunt. *In illo enim vivimus et movemur et sumus* (1) : Istorum autem pleraque remota sunt a mente nostra propter dissimilitudinem generis sui, quoniam corporalia sunt; nec idonea est ipsa mens nostra, in ipsis rationibus quibus facta sunt, eo videre apud Deum, ut per hoc sciamus quot et quanta qualiaque sint, etiamsi non ea videamus per corporis sensus. Remota quippe sunt et a sensibus corporis nostri, quoniam longe sunt, vel interpositis aut oppositis aliis a nostro contuitu tactuque separantur. Ex quo fit ut major ad illa invenienda sit labor, quam ad illum a quo facta sunt, cum sit incomparabili felicitate præstantius illum ex quantulacumque particula pia mente sentire, quam illa universa comprehendere. Unde recte culpantur in libro Sapientiæ inquisitores hujus sæculi : *si enim tantum*, ioquit, *potuerunt valere ut possent æstimare sæculum; quomodo ejus Dominum non facilius invenerunt?* Ignota sunt enim fundamento terræ oculis nostris, et qui fundavit terram, propinquat mentibus nostris. *De Genesi ad litt.* lib. V, c. 16.

Première note de la page 7.

Et illud quod in Psalmo scriptum est, *Ipse dixit et facta sunt* (2) : manifestum est quod non de se ista genuerit, sed in verbo atque imperio fecerit. Quod autem non de se, utique de nihilo. Non enim erat aliud unde faceret, de quo apertissime Apostolus scribit : *quoniam ex ipso, et per ipsum, et in ipso sunt omnia* (3). — *De natura boni contra manichæos*, c. 26.

Deuxième note de la page 7.

Cum enim verba sint temporis cum dicimus, Quando, et aliquando; æternum tameo est in Verbo Dei, quando fieri aliquid debeat : et tunc fit quando fieri debuisse in illo Verbo est, in quo non est quando et aliquando, quoniam totum illud Verbum æternum est. *De Genesi ad litt.* lib. I, c. 2.

Non itaque dubitandum est ita esse utcumque istam informem materiam prope nihil, ut non sit facta nisi a Deo et rebus quæ de illa factæ sunt simul concreata sit. *Ibidem*, c. 15.

Note de la page 9.

Ego vero, Domioe, si totum confitear tibi ore meo et calamo meo, quidquid de ista materia docuisti me, cujus antea nomen audiens et non intelligens narrantibus mihi eis qui non intelligerent, eam cum speciebus innumeris et variis cogitabam; et ideo non eam cogitabam; fœdas et horribiles formas perturbatis ordinibus volvebat animus, sed formas tamen; et informe appellabam, non quod careret forma, sed quod talem haberet, ut, si appareret, insolitum et incongruum aversaretur sensus meus, et conturbaretur infirmitas hominis. Verum autem illud quod cogitabam, non privatione omnis formæ, sed comparatione formosiorum erat informe : et suadebat vera ratio, ut omnis formæ qualescumque reliquias omnino detraherem, si vellem prorsus informe cogitare; et non poteram. Citius enim non esse censebam, quod omni forma priva-

(1) Act. xvii, 28.
(2) Psalm. cxlviii, 5.
(3) Rom. xi, 36.

retur, quam cogitabam quiddam inter formatum et nihil, nec formatum nec oihil, informe prope nihil. Et cessavit mens mea ioterrogare hioc spiritum meum plenum imaginibus formatorum corporum et cos pro arbitrio mutantem atque variaotem; et intendi io ipsa corpora, eorumque mutabilitatem altius inspexi, qua desinunt esse quod fuerunt et incipiuot esse quod non erant; eumdemque transitum de forma in formam per informe quoddam fieri suspicatus sum, noo per omnino nihil : sed nosse cupiebam, non suspicari. Et si totum tibi confiteatur vox et stilus meus, quidquid de ista quæstione enodasti mihi, quis legentium capere durabit? Neo ideo tamen cessabit cor meum dare tibi hooorem et caoticum laudis de iis quæ dictare non sufficit. Mutabilitas enim rerum mutabilium ipsa capax est formarum omnium io quas mutantur res mutabiles. Et hæc quid est? Numquid animus? Numquid corpus? Numquid species animi vel corporis? Si dici posset, nihil aliquid, et, Est non est, hoc eam dicerem; et tameo jam utcumque erat, ut species caperet istas visibiles et compositas. *Confess.* lib. XII, c. 6.

Première note de la page 10.

Creator Deus non priore tempore fecit informem materiam, et eam postea per ordinem quarumque naturarum, quasi secunda consideratione formavit; formatom quippe creavit materiam. Sed quia illud uode fit aliquid, etsi non tempore, tamen quadam origine prius est quam illud quod fit; potuit dividere Scriptura loquendi temporibus, quod Deus faciendi temporibus non divisit.... Quia etiam cum dicimus materiam et formam, utrumque simul esse intelligimus, nec utrumque simul possumus enuntiare. *De Genesi ad litt.* lib. I, c. 15.

Deuxième note de la page 10.

Respondeo diceodum quod antiqui philosophi paulatim et quasi pedetentim intraverunt in cognitionem veritatis. A principio eoim quasi grossiores existentes non existimabant esse eotia nisi corpora sensibilia. Quorum qui pooebaot in eis motum, non considerabant motum nisi secundum aliqua accidentia, ut puta secundum raritatem et densitatem, per congregationem et segregationem. Et supponentes ipsam substantiam corporum increatam, assignabant aliquas causas hujusmodi accidentalium transmutationum, ut puta amicitiam, litem, intellectum aut hujusmodi. Ulterius vero procedentes distiozerunt per intellectum ioter formam substantialem et materiam quam ponebant increatam; et perceperunt transmutationem fieri in corporibus secundum formas essentiales. Quarum tronsmutationum quasdam causas universaliores ponebant, ut obliquum circulum, secundum Arist. vel ideas secundum Platonem. Sed considerandum est quod materia per formam contrahitur od determinatam speciem : sicut substaotia alicujus specici per accidens ei adveniens contrahitur ad determinatum modum essendi, ut homo contrahitur per album. Utrique igitur consideraverunt ens particulari quadam consideratione, vel in quantum est hoc ens, vel in quantum est tale ens; et sic rebus causas agentes particulares assignaverunt. Et ulterius aliqui erexerunt se ad considerandum ens, io quaotum est ens : et consideraverunt causam rerum, non solum secundum quod sunt hæc vel talia, sed secundum quod sunt entia. Hoc igitur quod est causa rerum, in quantum sunt entia, oportet esse causam rerum, non solum secuodum quod sunt talia per formas accidentales, oec secundum quod sunt hæc per formas substantiales; sed etiam secundum omoe illud quod pertinet ad esse illorum quocumque modo. Et sic oportet ponere etiam materiam primam creatam ab universali causa cotium. S. Thomas, *Summa*, I P. q. 44, a. 2.

Note de la page 11.

Omnia quæ fiunt et quæ quisque facit, aut de se est, aut ex aliquo, aut ex nihilo. Homo quia non est omnipotens, de se filium facit : ex aliquo, sicut artifex ex ligno arcam, ex argento vasculum. Potuit enim facere vasculum, sed non potuit facere argentum : potuit facere arcam, sed non potuit facere lignum. Ex nihilo autem, ex eo quod prorsus non est facere ut sit, nullus hominum potest. Deus autem quia omnipotens est, et de se Filium genuit, et ex nihilo mundum fecit et ex limo hominem formavit : et per istas tres potentias ostendit effectionem suam in omnibus valentem. Qui de se quod fecit, nec fecisse dicendus est sed genuisse. Quod autem ex aliquo, sicut de terra hominem, non sic fecit hominem de terra, ut alius ei fecerit ipsam terram unde faceret hominem, quomodo fecit Deus argentum argentario unde faceret vasculum : sed ipse fecit, et quod non erat ut esset, et quod inde rursus esset, quod jam ipse ex nihilo creaverat ut esset. Sic ergo corpus, sic anima, sic intelligitur universa creatura facta a Deo; non genita de Deo, ut hoc sit quod Deus.... Quare non concedis Deum qui vere est et incommutabilis est, quia ipse etiam dixit, *Ego sum qui sum*, fecisse omnia bona, sed non sibi paria? Proinde quia ipse incommutabilis est, non est mirum si quod fecit, quia ei æquale non est, non est incommutabile sed mutabile. Ideo et (anima) per liberum arbitrium peccare et pollui potest, et per ejus misericordiam liberari. *De actis Felice*. lib. II, c. 18.

Note de la page 12.

Ex ipso autem non hoc significat quod *De ipso*. Quod enim de ipso est, potest dici ex ipso : non autem omne quod ex ipso est, recte dicitur de ipso. Ex ipso enim coelum et terra, quia ipse fecit ea : non autem de ipso, quia non de substantia sua. *De natura boni contra Manichæos*, c. 27.

Première note de la page 13.

Vident tua, Deus, æterna et stabili permansione cuncta prætérita et futura tempora superari; nec tamen esse quidquam temporalis creaturæ, quod tu non feceris : cujus voluntas quia id est quod tu; nullo modo mutata, vel, quæ antea non fuisset, exorta voluntate fecisti omnia : non de te similitudinem tuam formam omnium; sed de nihilo dissimilitudinem informem, quæ formaretur per similitudinem tuam, recurrens in te unum pro captu ordinato, quantum cuique rerum in suo genere datum est; et fierent omnia bona valde, sive maneant circa te, sive gradatim remotiori distantia per tempora et locos pulchras variationes faciant aut patiantur. *Confess.* lib. XII. c. 28.

Deuxième note de la page 13.

Plures ideæ sunt in mente divina, ut intellectæ ab ipso. Quod hoc modo potest videri. Ipse enim essentiam suam perfecte cognoscit : unde cognoscit eam secundum omnem modum quo cognoscibilis est. Potest autem cognosci non solum secundum quod in se est, sed secundum quod est participabilis secundum aliquem modum similitudinis a creaturis. Unaquæque enim creatura habet propriam speciem, secundum quod aliquo modo participat divinæ essentiæ similitudinem. Sic igitur in quantum Deus cognoscit suam essentiam ut sic imitabilem a tali creatura, cognoscit eam ut

propriam rationem et ideam hujus creaturæ. Et similiter de aliis. Et sic patet quod Deus intelligit plures rationes proprias plurium rerum, quæ sunt plures ideæ. S. Thomas, *Summa theol.* I. Par. q. 15, a. 2.

Respondeo dicendum quod necesse est dicere voluntatem Dei esse causam rerum et Deum agere per voluntatem non per necessitatem naturæ ut quidam existimaverunt. Quod quidem apparere potest tripliciter..... Tertio ex habitudine effectuum ad causam. Secundum hoc enim effectus procedunt a causa agente, secundum quod præexistunt in ea : quia omne agens agit sibi simile. Præexistunt autem effectus in causa secundum modum causæ. Unde cum esse divinum sit ipsum ejus intelligere : præexistunt in eo effectus ejus secundum modum intelligibilem et per modum intelligibilem procedunt ab eo et sic per consequens per modum voluntatis. Nam inclinatio ejus ad agendum quod intellectu conceptum est, pertinet ad voluntatem. Voluntas igitur Dei est causa rerum. *Ibidem*, q. 19, a. 4.

Produxit (Deus) res in esso propter suam bonitatem communicandam Creaturis et per eas repræsentandam. Et quia per unam creaturam sufficienter repræsentari non potest, produxit multas creaturas et diversas, ut quod deest uni ad repræsentandam divinam bonitatem, suppleatur ex alia. Nam bonitas quæ in Deo est simpliciter et uniformiter, in creaturis est multipliciter et divisim. Unde perfectius participat divinam bonitatem et repræsentat eam totum universum quam alia quæcumque creatura. *Ibidem*, q. 47, a. 1.

Deuxième note de la page 15.

Oportebat enim ut primatum creaturæ obtineret illa natura quæ creaturam per Creatorem, non Creatorem per creaturam posset agnoscere. Secundo, firmamentum unde corporeus incipit mundus. Tertio species maris et terræ, atque in terra poten ialiter, ut ita dicam, natura herbarum atque lignorum. Sic enim terra ad Dei verbum eo produxit antequam exorta essent, accipiens omnes numeros eorum quos per tempora exsereret secundum suum genus. Deinde, posteaquam hæc velut habitatio rerum condita est, quarto die luminaria et sidera creata sunt, ut prius pars mundi superior, rebus quæ intra mundum moventur visibilibus ornaretur. Quinto, aquarum natura, quia cœlo aerique conjungitur, produxit ad Dei verbum indigenas suos, omnia scilicet natatilia et volatilia; et hæc potentialiter in numeris, qui per congruos temporum motus exsererentur. Sexto, terrestria similiter animalia, tamquam ex ultimo elemento mundi ultima; nihilominus potentialiter, quorum numeros postea visibiliter explicaret. *De Genesi ad litt.* lib. V, c. 5.

Première note de la page 16.

Sed cum creaturarum conditarum ordinem recolimus, et invenimus omne viride agri tertio die creatum, antequam sol fieret, qui quarto die factus est, cujus præsentia dies iste quotidianus usitatusque peragitur; quando audimus, *cum factus est dies, fecit Deus cœlum et terram, et omne viride agri;* admonemur de ipso die cogitare, quem sive corporalem nescio qua luce nobis incognita, sive spiritualem in societate unitatis angelicæ, non tamen qualem hic novimus, intellectu vestigare conemur. *Ibidem*, lib. V, c. 2.

Non enim jam erant animalia quibus hæc vicissitudo salubriter exhiberetur et quibus postmodum exortis per circuitum solis exhiberi cernimus. *Ibidem*, lib. I, c. 16.

Deuxième note de la page 16.

Istam quæstionem relinquere non debemus sine aliqua nostræ prolatione sententiæ : ut si lux illa quæ primitus creata est, non corporalis sed spiritualis est, sicut post tenebras facta est ubi intelligitur a sua quadam informitate ad Creatorem conversa atque formata; ita et post vesperam fiat mane, cum post cognitionem suæ propriæ naturæ, qua non est quod Deus, refert se ad laudandam lucem, quod ipse Deus est, cujus contemplatione formatur. Et quia cæteræ creaturæ, quæ infra ipsam fiunt, sine cognitione ejus non fiunt, propterea nimirum idem dies ubique repetitur, ut ejus repetitione fiant tot dies, quoties distinguuntur rerum genera creatarum perfectione senarii numeri terminanda : ut vespera primi diei sit etiam sui cognitio non se esse quod Deus est; mane autem post hanc vesperam quo concluditur dies unus et inchoatur secundus, conversio sit ejus, qua id quod creata est; ad laudem referat Creatoris, et percipiat de Verbo Dei cognitionem creaturæ quæ post ipsam fit, hoc est firmamenti : quod in ejus cognitione fit prius cum dicitur, et *sic est factum;* deinde in natura ipsius firmamenti quod conditur, cum additur etiam postea, jam dicto, *et sic est factum, et fecit Deus firmamentum.* Deinde fit vespera illius lucis, cum ipsum firmamentum, non in Verbo Dei sicut ante, sed in ipsa ejus natura cognoscit : quæ cognitio quoniam minor est, recto vesperæ nomine significatur. Post quam fit mane, quo concluditur secundus dies et incipit tertius. *De Genesi ad litt.* lib. IV, c. 22.

Première note de la page 17.

Multum quippe interest inter cognitionem rei cujusque in verbo Dei, et cognitionem ejus in natura ejus; ut illud merito ad diem pertineat, hoc ad vesperam. *Ibidem,* lib. IV, c. 23.

Deuxième note de la page 17.

Quia ergo Angeli creaturam in ea ipsa creatura sic sciunt, ut ei scientiæ electione ac dilectione præponant quod eam sciunt in veritate, per quam facta sunt omnia, participes ejus effecti; ideo per omnes sex dies non nominatur nox, sed post vesperam et mane dies unus : item post vesperam et mane dies secundus; deinde post vesperam et mane dies tertius : ac sic usque in mane sexti diei, unde incipit septimus quietis Dei, quamvis cum suis noctibus, dies tamem, non noctes narrantur. *Ibid.*, lib. IV, c. 25.

Première note de la page 18.

Quapropter quod illum diem vel illos dies, qui ejus repetitione numerati sunt, in hac nostra mortalitate terrena experiri ac sentire non possumus, et si quid ad eos intelligendos conari possumus, non debemus temerariam præcipitare sententiam, tamquam de his aliud sentiri congruentius probabiliusque non possit. *Ibid.*, c. 27.

Nec quisquam arbitretur illud quod dixi de luce spirituali.... non jam proprie, sed quasi figurate atque allegorice convenire ad intelligendum diem, vesperam et mane : sed aliter quidem quam in hac consuetudine quotidianæ lucis hujus et corporalis; non tamen tamquam hic proprie, ibi figurate. Ubi enim melior et certior lux, ibi verior etiam dies : cur ergo non et verior vespera et verius mane? *Ibid.*, c. 28.

Deuxième note de la page 18.

Sed nos plane in terris hæc omnia simul habere non possumus : nec ideo tamen istam terrenam conditionem lucisque corporeæ temporalem localemque circuitum illi patriæ spirituali coæquare debemus, ubi semper est dies in contemplatione incommutabilis veritatis, semper vespera in cognitione in seipsa creaturæ, semper mane etiam ex hac cognitione in laude Creatoris. Quis non ibi abscessu lucis superioris, sed inferioris cognitionis distinctione fit vespera; nec mane tamquam nocti ignorantiæ scientia matutina succedat, sed quod vespertinam etiam in gloriam Conditoris attollat. *Ibid.*, lib IV, c. 30.

Première note de la page 19.

Sed numquid si jam nunc simul ista omnia gerit atque habet angelica illa societas et unitas diei, quem primitus condidit Deus, tunc etiam cum hæc conderentur simul hæc habuit? Nonne per omnes sex dies.... primo hæc accipiebat in Verbo Dei;.... deinde cum facta essent in sua propria natura qua sunt;.... ac deinde facta vespera fiebat mane?... Non ergo tunc simul omnia et dies, et vespera et mane; sed singillatim per ordinem quem Scriptura commemorat. *Ibid.* lib. IV, c. 31.

Deuxième note de la page 19.

An etiam tunc simul omnia, quia non secundum temporum moras, sicut fiunt dies isti, cum oritur et occidit sol, et in locum suum redit, ut rursus oriatur; sed secundum potentiam spiritualem mentis angelicæ, cuncta quæ voluerit simul notitia facillima comprehendentem? Nec ideo tamen sine ordine quo apparet connexio præcedentium sequentiumque causarum. Mens itaque humana prius hæc quæ facta sunt, per sensus corporis experitur, eorumque notitiam pro infirmitatis humanæ modulo capit : et deinde quærit eorum causas, si quo modo possit ad eas pervenire principaliter atque incommutabiliter manentes in verbo Dei, ac sic invisibilia ejus, per ea quæ facta sunt, intellecta conspicere (1). Mens vero angelica pura charitate inhærens Verbo Dei, postea quam illo ordine creata est ut præcederet cætera, prius ea vidit in Verbo Dei facienda, quam facta sunt; ac sic prius in ejus fiebant cognitione, cum Deus dicebat ut fierent, quam in sua propria natura : quæ itidem facta in eis ipsis etiam cognovit, minore utique notitia, quæ vespera dicta est... Post hoc, si eo modo sibi placeret ut amplius seipsa quam Creatore suo delectaretur, non fieret mane, id est, non de sua cognitione in laudem Creatoris assurgeret. Cum vero factum est mane, faciendum erat aliud et cognoscendum Deo dicente, *Fiat*; ut prius itidem fieret in cognitione mentis angelicæ, et posset rursus dici, *Et sic factum est*; ac deinde in natura propria, ubi subsequente vespera nosceretur. *Ibidem*, c. 32.

Deuxième note de la page 20.

Sed si omnia mens simul angelica potest quæ singillatim per ordinem connexarum causarum sermo distinguit, numquid etiam quæ fiebant, velut ipsum firmamentum, velut aquarum congregatio, speciesque terræ nudata, velut fruticum et arborum

(1) Rom. I, 20.

germinatio, luminarium et siderum conformatio, aquatilia terrestriaque animantia simul omnia facta sunt? annon potius per intervalla temporum secundum præfinitos dies? An forte non sicut ea secundum motus eorum naturales nunc experimur, ita etiam cum primitus instituta sunt cogitare debemus; sed secundum mirabilem atque ineffabilem virtutem sapientiæ Dei quæ attingit a fine usque ad finem fortiter et disponit omnia suaviter (1)?

De quo Creatore Scriptura ista narravit, quod sex diebus consummaverit omnia opera sua, de illo alibi non utique dissonanter scriptum est, quod creaverit omnia simul (2). Ac per hoc et istos dies sex vel septem, vel potius unum sexies septiesve repetitum simul fecit qui fecit omnia simul.

Non itaque tarde institutum est ut essent tarda quæ tarda sunt : nec ea mora condita sunt sæcula, qua transcurrunt. Hos enim numeros tempora peragunt, quos cum crearentur, non temporaliter acceperunt.

Neque enim et ipsa (Sapientia) gradibus attingit, aut tamquam gressibus pervenit. Quapropter quam facilis ei efficacissimus motus est, tam facile Deus condidit omnia; quoniam per illam sunt condita : ut hoc quod nunc videmus temporalibus intervallis ea moveri ad peragenda quæ suo cuique generi competunt, ex illis insitis rationibus veniat, quas tanquam seminaliter sparsit Deus in ictu condendi, cum *dixit et facta sunt; mandavit et creata sunt* (3). *Ibidem* lib. IV, c. 33.

Deuxième note de la page 21.

Propterea (possumus dicere) Deum sex diebus perfecisse opera sua, quia senarius numerus perfectus est. *Ibid.* lib. IV. c. 7.

Troisième note de la page 21.

Quid ergo opus erat sex dies tam distincte dispositeque narrari? Quia scilicet ii qui non possunt videre quod dictum est, *Creavit omnia simul*, nisi cum eis sermo tardius incedat; ad id quo eos ducit pervenire non possunt. *Ibid.* lib. IV, c. 33.

Note de la page 22.

In his rebus, in quibus quid prius sit vel posterius, intervalla temporum non demonstrant, quamvis utrumque dici possit, id est simul, et prius et posterius, facilius tamen intelligitur quod dicitur simul, quam quod prius atque posterius : velut cum solem intuemur orientem, certe manifestum est quod ad eum acies nostra pervenire non posset, nisi transiret totum aeris cœliquo spatium, quod inter nos et ipsum est, hoc autem cujus longinquitatis sit, quis æstimare sufficiat? Nec utique perveniret eadem acies vel radius oculorum nostrorum ad transeundum aerem qui est super mare, nisi prius transisset eum qui est super terram, in qualibet mediterranea regione simus, ab eo loco ubi sumus ad littus maris. Deinde si ad eamdem lineam contuitus nostri adhuc post mare terræ adjacent, eum quoque aerem qui super illas transmarinas terras est, transire acies nostra non potest, nisi prius peracto spatio aeris

(1) Sap. VIII, 1.
(2) Eccli. XVIII, 1.
(3) Psalm. XXXII, 9.

illius qui super mare quod prius occurrit, extenditur. Faciamus jam post illas transmarinas terras nonnisi Oceanum remanere; numquid et aerem qui super Oceanum diffunditur, potest transire acies nostra, nisi prius transierit quidquid aeris citra Oceanum super terram est? Oceani autem magnitudo incomparabilis perhibetur; sed quantacumque sit, prius oportet aerem qui supra est, transeant radii nostrorum oculorum; et postea quidquid ultra est; tum demum ad solem perveniant quem videmus. Num igitur quia toties hic diximus, prius et postea, ideo non simul omnia uno ictu transit noster obtutus?

Merito resurrectionis nostræ celeritatem cum exprimere vellet apostolus, *in ictu oculi* (1) dixit fieri. Neque enim aliquid in rerum corporearum motibus vel ictibus potest celerius inveniri. Quod si oculorum carnalium acies celeritate tantum potest, quid mentis acies vel humanæ? Quanto magis angelicæ? Quid jam de ipsius summæ Dei Sapientiæ celeritate dicatur, quæ attingit ubique propter suam munditiem, et nihil inquinatum in eam incurrit (2)? In his ergo quæ simul facta sunt, nemo videt quid prius posterius ve fieri debuerit, nisi in illa Sapientia, per quam facta sunt omnia per ordinem simul. *Ibidem.* lib. IV, c. 34.

Note de la page 23.

Neque enim dicendum est, masculum quidem sexto die factum, feminam vero posterioribus diebus; cum ipso sexto die apertissime dictum sit, *Masculum et feminam fecit eos et benedixit eos*, et cætera quæ de ambobus et ad ambos dicuntur. Aliter ergo tunc ambo, et nunc aliter ambo : tunc scilicet secundum potentiam per verbum Dei tanquam seminaliter mundo inditam, cum creavit omnia simul, a quibus in die septimo requievit, ex quibus omnia suis quæque temporibus jam per sæculorum ordinem fierent; nunc autem secundum operationem præbendam temporibus qua usque nunc operatur et oportebat jam tempore suo fieri Adam de limo terræ ejusque mulierem ex viri latere. *Ibid.* lib. VI, c. 5.

Tunc autem (sexto die) factus est homo et masculus et femina : ergo et tunc et postea (extra illos sex dies). Neque enim tunc et non postea; aut vero postea et non tunc : nec alii postea, sed iidem ipsi aliter tunc, aliter postea. Quæret ex me quomodo. Respondebo, Postea visibiliter, sicut species humanæ constitutionis nota nobis est; non tamen parentibus generantibus, sed illo de limo, illa de costa ejus. Quæret tunc quomodo. Respondebo, invisibiler, potentialiter, causaliter, quomodo fiunt futura non facta. Lib. VI, c. 6.

Première note de la page 25.

Cum vero Deus dicebat, *Faciamus hominem ad imaginem et similitudinem nostram, et habeat potestatem piscium maris et volatilium cœli, et omnium pecorum, et omnis terræ, et omnium reptilium quæ repunt super terram ;* et, *crescite et multiplicamini, et replete terram, et dominamini ejus ; et habete potestatem piscium maris, et volatilium cœli, et omnium pecorum, et omnis terræ, et omnium repentium quæ repunt super terram*; et, *Ecce dedi vobis omne pabulum seminale, seminans semen quod est super terram, et omne lignum fructiferum, quod habet*

(1) Cor. XV, 52.
(2) Sap. VII, 24.

in se fructum seminis seminalis, *quod erit vobis in escam* (1) ; ipse sermo ejus ante omnem aeris sonum, ante omnem carnis et nubis vocem, in illa summa ejus Sapientia, per quam facta sunt omnia, non quasi humanis auribus instrepebat, sed rebus factis rerum faciendarum causas inserebat, et omnipotenti potentia futura faciebat, hominemque suo tempore formandum, in temporum tamquam semine vel tamquam radice condebat, quando condebat unde inciperent sæcula, ab illo condita qui est ante sæcula. Creaturæ quippe aliæ creaturas alias, quædam tempore, quædam causis præcedunt : illo autem omnia quæ fecit, non solum excellentia, qua etiam causarum effector est, verum etiam æternitate præcedit. *Ibid.* lib. VI, c. 8.

Deuxième note de la page 25.

Nunc autem quia jam et consummata quodammodo, et quodammodo inchoata sunt ea ipsa quæ consequentibus evolvenda temporibus primitus Deus omnia simul creavit, cum faceret mundum : consummata quidem quia nihil habent illa in naturis propriis, quibus suorum temporum cursus agunt, quod non in istis causaliter factum sit; inchoata vero, quoniam quædam erant quasi semina futurorum, per sæculi tractum ex occulto in manifestum locis congruis exserenda : ipsius etiam Scripturæ verba satis ad hoc admonendum insigniter vigent, si quis in eis evigilet. *Ibid.* lib. VI, c. 11.

Ipsam causam utique fecerat Deus, qua erat suo tempore homo futurus, et secundum quam fuerat ab illo faciendus, qui simul et consummaverat inchoata propter perfectionem causalium rationum, et inchoaverat consummanda propter ordinem temporum. *Ibid.* lib. VI, c. 15.

Première note de la page 26.

Sunt qui arbitrentur tantummodo mundum ipsum factum a Deo, cætera jam fieri ab ipso mundo, sicut ille ordinavit et jussit; Deum autem ipsum nihil operari. Contra quos profertur illa sententia Domini : *Pater meus usque nunc operatur* (2). Et ne quisquam putaret apud se illum operari, non in hoc mundo : *Pater in me manens*, inquit, *facit opera sua ; et sicut Pater suscitat mortuos et vivificat*, *sic et Filius quos vult vivificat* (3). Deinde, quia non salum magna atque præcipua, verum etiam ista terrena atque extrema ipse operatur, ita dicit Apostolus : *Stulte*, *tu quod seminas non vivificatur*, *nisi moriatur ; et quod seminas*, *non corpus quod futurum est seminas*, *sed nudum granum fere tritici aut alicujus cæterorum ; Deus autem dat illi corpus quomodo voluerit*, *et unicuique semini proprium corpus* (4). Sic ergo credamus, vel, si possumus, etiam intelligamus usque nunc operari Deum, ut si conditis ab eo rebus operatio ejus subtrahatur, intercidant. *Ibid.* lib. V, c. 20.

Deuxième note de la page 26.

Creatoris namque potentia, et omnipotentis atque omnitenentis virtus, causa subsistendi est omni creaturæ : quæ virtus ab eis quæ creata sunt regendis, si aliquando

(1) Gen. I, 26-29.
(2) Joan. V, 17.
(3) Joan. V, 20, 21.
(4) I. Cor. XV, 36-38.

cessaret, simul et illorum cessaret species, omnisque natura concideret. Neque enim, sicut structor ædium cum fabricaverit, abscedit, atque illo cessante et abscedente stat opus ejus; ita mundus vel ictu oculi stare poterit, si ei Deus regimen sui subtraxerit. *Ibid.* lib. IV, c. 12.

Troisième note de la page 26.

Sed plane, si aliquam creaturam sic eum nunc instituere putaverimus ut genus illius primæ illi suæ conditioni non inseruerit, aperte contradicimus dicenti Scripturæ, quod consummaverit omnia opera sua in die sexto..... Movet itaque occulta potentia universam creaturam suam, eoque motu illa versata, dum Angeli jussa perficiunt, dum circumeunt sidera, dum alternant venti, dum abyssus aquarum lapsibus et diversis etiam per aerem conglobationibus agitatur, dum virecta pullulant, suaque semina evolvunt, dum animalia gignuntur, varioque appetitu proprias vitas agunt, dum iniqui justos exercere permittuntur, explicat sæcula, quæ illi, cum primum condita est, tanquam plicita indiderat; quæ tamen in suos cursus non explicarentur, si ea ille qui condidit, provido motu administrare cessaret. *Ibid.* lib. V, c. 20.

Première note de la page 27.

Utrum prius universaliter nomine cœli et terræ comprehendendum erat et commendandum quod fecit Deus; et deinde per partes exsequendum. *Ibid.* lib. I, c. 3.

Deuxième note de la page 27.

Utrum spiritualis corporalisque creatura cœli et terræ vocabulum acceperit, an tantummodo corporalis : ut in hoc libro de spirituali tacuisse intelligatur, atque ita dixisse cœlum et terram, ut omnem creaturam corpoream superiorem atque inferiorem significare voluerit.... An cœlum intelligendum est creatura spiritualis, ab exordio quo facta est, perfecta illa et beata semper : terra vero corporalis materia adhuc imperfecta. *Ibid.* lib. I, c. 1.

Troisième note de la page 27.

An utriusque informis materia dicta est cœlum et terra : spiritualis scilicet vita, sicuti esse potest in se, non conversa ad Creatorem; tali enim conversione formatur atque perficitur; si autem non convertatur informis est : corporalis autem si possit intelligi per privationem omnis corporeæ qualitatis, quæ apparet in materia formata cum jam sunt species corporum, sive visu, sive alio quolibet sensu corporis perceptibiles. *Ibid.* lib. I, c. 1.

Quatrième note de la page 27.

Qui dies ejusmodi sint, aut perdifficile nobis, aut etiam impossibile est cogitare; quanto magis dicere? *De civit. Dei*, lib. XI, c. 6.

In quo opere (De genesi ad litteram) plura quæsita quam inventa sunt : et eorum quæ inventa sunt, pauciora firmata; cætera vero ita posita, velut adhuc requirenda sint. *Retract.* lib. II, c. 24.

Première note de la page 28.

Unde probabilius est... illos primos sex dies inexperta nobis et inusitata specie in ipsis

rerum conditionibus explicatos... quod certe de illis tribus fatori cogimur, qui ante condita luminaria commemorati atquo numerati sunt. *De Genesi ad litt.* lib. IV, c. 18.

Troisième note de la page 28.

Librum Geneseos multipliciter, quantum potui, enucleavi, protulique sententias do verbis ad exercitationom nostram obscure positis : non aliquid unum temere affirmans cum præjudicio alterius expositionis fortasse melioris, ut pro suo libitu eligat quisque quod capere possit : ubi autem intelligere non potest, Scripturæ Dei det honorem, sibi timorem. *Ibid.* lib. I, c. 20.

Voici encore un passage remarquable sur la réserve dont il faut user dans l'interprétation des passages difficiles de l'Ecriture :

In rebus obscuris atque a nostris oculis remotissimis, si qua inde scripta etiam divina legerimus, quæ possint salva fide qua imbuimur, alios atque alias parere sententias; in nullam earum nos præcipiti affirmatione ita projiciamus ut si forte diligentius discussa veritas eam recte labefactaverit, corruamus : non pro sententia divinarum Scripturarum, sed pro nostra ita dimicantes, ut eam velimus Scripturarum esse quæ nostra est; cum potius eam quæ Scripturarum est, nostram esse velle debeamus. *Ibid.* lib. I, c. 18.

Note de la page 29.

Dicet aliquis : Quid tu tanta tritura dissertationis bujus, quid granorum exuisti? quid eventilasti? Cur propemodum in quæstionibus adhuc latent omnia? Affirma aliquid eorum quæ multa posse intelligi disputasti. Cui respondeo, ad eum ipsum me cibum suaviter pervenisse quo didici non bærere homini in respondendo secundum fidem, quod respondendum est hominibus qui calumniari Libros nostræ salutis affectant; ut quidquid ipsi do natura rerum veracibus documentis demonstrare potuerint, ostendamus nostris Litteris non esse contrarium. Quidquid autem de quibuslibet suis voluminibus his nostris Litteris, id est, catholicæ fidei contrarium protulerint, aut aliqua etiam facultate ostendamus, aut nulla dubitatione credamus esse falsissimum : atque ita teneamus Mediatorem nostrum, in quo sunt omnes thesauri sapientiæ atque scientiæ absconditi (1), ut neque falsæ philosophiæ loquacitate seducamur, neque falsæ religionis superstitione terreamur. Et cum divinos Libros legimus in tanta multitudine verorum intellectuum, qui de paucis verbis eruuntur, et sanitate catholicæ fidei muniuntur id potissimum deligamus, quod certum apparuerit eum sensisse quem legimus; si autem hoc latet, id certe quod circumstantia Scripturæ non impedit, et cum sana fide concordat : Si autem et Scripturæ circumstantia pertractari ac discuti non potest, saltem id solum quod fides sana præscribit. Aliud est enim quid potissimum scriptor senserit non dignoscere, aliud autem a regula pietatis errare. Si utrumque vitetur, perfecte se babet fructus legentis : si vero utrumque vitari non potest, etiam si voluntas scriptoris incerta sit, sanæ fidei congruam non inutile est eruisse sententiam. *Ibid.* lib. I, c. 21.

Note de la page 90.

Dicet aliquis : cur ergo invicem bestiæ nocent, quibus nec peccata ulla sunt, ut vindicta ista dicatur, nec ullam recipiunt tali exercitatione virtutem? Ideo nimirum,

(1) Coloss. II, 3.

quia scilicet aliæ cibi sunt aliarum. Nec recte possumus dicere : Non essent aliæ quibus aliæ vescerentur. Habent enim omnia, quamdiu sunt, mensuras, numeros, ordines suos; quæ cuncta merito considerata laudantur, nec sine occulta pro suo genere moderatione pulchritudinis temporalis, etiam ex alio in aliud transcundo, mutantur. Quod etsi stultos latet, sublucet proficientibus, clarumque perfectis est. Et certe omnibus talibus inferioris creaturæ motibus præbentur homini salubres admonitiones, ut videat quantum sibi satagendum sit pro saluto spirituali et sempiterna qua omnibus irrationabilibus animantibus antecellit, cum illa videat a maximis elephantis usque ad minimos vermiculos pro salute corporali et temporali, quam pro sui generis inferiore ordinatione sortita sunt, sive resistendo, sive cavendo, agere quidquid valent : quod non apparet, nisi cum quædam refectionem corporis sui ex aliorum corporibus quærunt; alia se vel repugnandi viribus, vel fugæ præsidio, vel latebrarum munimine tuentur. Nam et ipse corporis dolor in quolibet animante magna et mirabilis animæ vis est, quæ illam compagem ineffabili permixtione vitaliter continet et in quamdam sui moduli redigit unitatem, cum eam non indifferenter, sed ut ita dicam, indignanter patitur corrumpi atque dissolvi. *De Genesi ad lit.* lib. III, c. 16.

Note de la page 146.

Videtur, quod omnia sint simul creata et distincta per species..... Respondeo dicendum, quod quæ ad fidem pertinent, dupliciter distinguuntur : quædam enim sunt per se de substantia fidei, ut Deum esse trinum et unum, et hujusmodi, in quibus nulli licet aliter opinari. Quædam vero per accidens tantum, in quantum scilicet in Scriptura traduntur quam fides supponit, Spiritu sancto dictante promulgatam esse, quæ quidem ignorari sine periculo possunt ab his qui Scripturam scire non tenentur, sicut multa historialia, et in his etiam Sancti diversa senserunt, Scripturam divinam diversimode exponentes. Sic ergo circa mundi principium aliquid est quod ad substantiam fidei pertinet, scilicet mundum incœpisse, creatum, et hoc omnes Sancti concorditer dicunt : quo autem modo et ordine factus sit, non pertinet ad fidem nisi per accidens, in quantum in Scriptura traditur, cujus veritatem diversa expositione Sancti salvantes, diversa tradiderunt. Augustinus enim vult, in ipso creationis principio, quasdam res per species suas distinctas fuisse in natura propria, ut elementa, corpora cœlestia et substantias spirituales. Alia vero in rationibus seminalibus tantum, ut animalia, plantas, et homines, quæ omnia postmodum in naturis propriis producta sunt in illo opere quo post senarium illorum dierum Deus naturam prius conditam administrat, de quo opere Joan v. dicitur : *Pater meus usque modo operatur et ego operor*, nec in distinctione rerum attendendum esse ordinem temporis sed naturæ et doctrinæ. Naturæ sicut sonus præcedit cantum natura, sed non tempore, et ita quæ naturaliter priora sunt, prius facta memorantur, sicut terra prius quam animalia et aqua prius quam pisces, et sic de aliis. Doctrinæ vero ordine, sicut patet in docentibus geometriam : quamvis enim partes figuræ sine ordine temporis figuram constituant, tamen geometria docet constitutionem fieri protrahendo lineam post lineam, et hoc fuit exemplum Platonis, ut dicitur in principio cœli et mundi. Ita etiam et Moyses rudem populum de creatione mundi instruens, per partes divisit quæ simul facta sunt. Ambrosius vero et alii Sancti ponunt ordinem temporis in distinctione rerum servatum, et hæc quidem positio est communior et magis consona videtur litteræ quantum ad superficiem : sed prior est rationabilior, et magis ab irrisione infidelium sacram scripturam defendens, quod valde observandum docet Aug. super Gen. lib. I, ut sic Scrip-

turæ exponantur, quod ab infidelibus non irrideantur, et hæc opinio plus mihi placet. Tamen utramque sustinendo ad omnia argumenta respondendum est. S. Thomas, *In sec. lib. sentent.*, dist. 12, a. 2.

Troisième note de la page 149.

Quomadmodum si semen arboris considerantes dicamus ibi esse radices, et robur, et ramos, et fructus et folia; non quia jam sunt, sed quia inde futura sunt: sic dictum est, *in principio fecit Deus cœlum et terram*, quasi semen cœli et terræ, cum in confuso ad huc esset cœli et terræ materia; sed quia certum erat inde futurum esse cœlum et terram, jam et ipsa materia cœlum et terra appellata est. *De Genesi contra Manichæos*, lib. I, c. 7.

Première note de la page 151.

Hanc autem adhuc informem materiam, etiam terram invisibilem atque incompositam voluit appellare, quia inter omnia elementa mundi terra videtur minus speciosa quam cætera. Invisibilem autem dixit, propter obscuritatem; et incompositam, propter informitatem. Eamden ipsam materiam etiam aquam appellavit, super quam ferebatur spiritus Dei, sicut superfertur rebus fabricandis voluntas artificis. Quod etsi paucorum intelligentia potest attingere, humanis verbis nescio utrum vel a paucis hominibus, possit exponi. Propterea vero non absurdo etiam aqua dicta est ista materia, quia omnia quæ in terra nascuntur, sivo animalia, sivo arbores vel herbæ, et si qua similia, ab humore incipiunt formari atque nutriri. Hæc ergo nomina omnia, sive cœlum et terra, sive terra invisibilis et incomposita et abyssus cum tenebris, sive aqua super quam spiritus ferebatur, nomina sunt informis materiæ; ut res ignota notis vocabulis insinuaretur imperitioribus; et non uno vocabulo, sed multis, ne si unum esset, hoc putaretur esse quod consueverunt homines in illo vocabulo intelligere. Dictum est ergo cœlum et terra, quia inde futurum erat cœlum et terra. Dicta est terra invisibilis et incomposita et tenebræ super abyssum, quia informis erat, et nulla specie cerni aut tractari poterat, etiamsi esset homo qui videret atque tractaret. Dicta est aqua, quia facilis et ductilis subjacebat operanti, ut de illa omnia formarentur. Sed sub his omnibus nominibus materia erat invisa et informis, de qua Deus condidit mundum. *Ibid.* lib. I. c. 7.

Deuxième note de la page 151.

Restat ergo ut intelligamus in ipsa quidem mora temporis ipsas distinctiones operum sic appellatas, vesperam propter transactionem consummati operis, et mane propter inchoationem futuri operis; de similitudine scilicet humanorum operum, quia plerumque a mane incipiunt, et ad vesperam desinunt. *Ibid.* c. 14.

Première note de la page 154.

Ita spiritualis et angelica natura in sua conditione secundum naturæ suæ habitum formata fuit, et tamen illam quam postea per amorem et conversionem ad Creatorem suum acceptura erat, formam non habuit, sed erat informis sine illa P. Lomb. II, lib. sent dist 2.

Voyez le texte de St. Augustin ci-dessus dans le texte de la note 3 pour la page 27.

Note de la page 158.

Secundo etiam ministerio (corporalium, scilicet ad profectum cognitionis divinæ) non indigebit homo, quantum ad cognitionem intellectivam : quia tali cognitione Deum Sancti videbunt immediate per essentiam. Sed ad hanc visionem essentiæ oculus carnis attingere non poterit : et ideo ut ei etiam solatium congruens de visione divinitatis præbeatur, inspiciet divinitatem in suis effectibus corporalibus, in quibus manifesta indicia divinæ majestatis apparebunt : et præcipue in carne Christi, et post hoc in corporibus Beatorum ; et deinceps in omnibus aliis corporibus. Et ideo oportebit, ut etiam alia corpora majorem influentiam a divina bonitate suscipiant quam nunc : non tamen per speciem variantem, sed addentem cujusdam gloriæ perfectionem : et hæc erit mundi innovatio. Unde simul mundus innovabitur, et homo glorificabitur. S. Thomas, *Suppl.* q. 91, a. 1.

Note de la page 171.

Respondeo dicendum quod creatura aliqua corporalis potest dici esse facta, vel propter actum proprium, vel propter aliam creaturam, vel propter totum universum, vel propter gloriam Dei. Sed Moyses, ut populum ab idololatria revocaret, illam solam causam tetigit, secundum quam sunt facta ad utilitatem hominum. Unde dicitur Deuteron. 4. *Ne forte elevatis oculis ad cœlum videas solem et lunam et omnia astra cœli : et errore deceptus adores ea et colas, quæ creavit Dominus Deus in ministerium cunctis gentibus.* Hoc autem ministerium explicat in principio Genes. per tria : Primo enim provenit utilitas hominibus ex luminaribus quantum ad visum, qui est directivus in operibus et maxime utilis ad cognoscendas res : et quantum ad hoc dicit, ut luceant in firmamento et illuminent terram. Secundo, quantum ad vicissitudines temporum ; quibus et fastidium tollitur et valetudo conservatur et necessaria victui oriuntur. Quæ non essent, si semper esset aut æstas aut hiems : et quantum ad hoc dicit, ut sint in tempora et dies et annos. Tertio quantum ad opportunitatem negotiorum et operum, in quantum ex luminaribus cœli accipitur significatio pluviosi temporis vel sereni quæ sunt apta diversis negotiis et quantum ad hoc dicit, ut sint in signa. *Summa*, P, I, q. 70, a. 2.



TABLE DES MATIÈRES.

Théorie géogénique.

V.

Des théories scientifiques sur le système du monde.

Observations astronomiques concernant le système solaire.

Théorie de Laplace.

Observations d'Herschel par rapport aux étoiles et aux nébuleuses.

Théorie cosmogonique d'Herschel.

Conclusion générale.

VI.

Accord des théories scientifiques avec les interprétations des Sts Pères sur l'oeuvre de la création.



